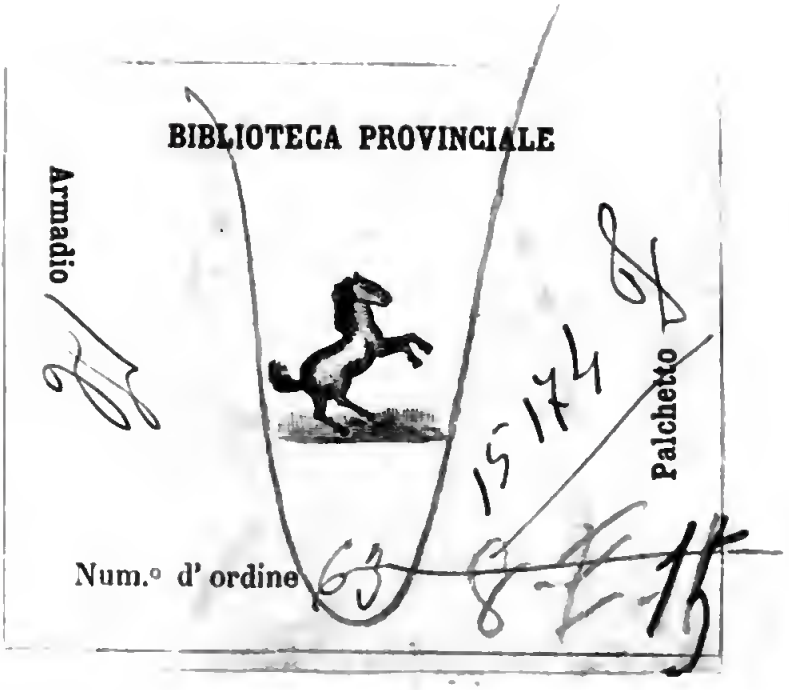
BIBLIOTECA NAZIONALE
B. Prov.
E 1
189
NAPOLI
VITT. EM. II



B. Prov.
IV
189

105
2
11

c K

613548 SBN

Natürliche Schöpfungsgeschichte.

Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die

Entwickelungslehre

im Allgemeinen und diejenige von

Darwin, Goethe und Lamarck

im Besonderen, über die Anwendung derselben auf den

Ursprung des Menschen und andere damit zusammenhängende

Grundfragen der Naturwissenschaft.

Von

Dr. Ernst Haeckel,

Professor an der Universität Jena.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.

Mit 15 Tafeln, 19 Holzschnitten, 18 Stammbäumen und 19 systematischen Tabellen.

Berlin, 1870.

Verlag von Georg Reimer.

R. ISTITUTO ORIENTALE NAPOLI BIBLIOTECA M. RIPA

„Nach ewigen ehernen
„Großen Geſetzen
„Müſſen wir Alle
„Unſeres Daſeins
„Kreiſe vollenden!“

Goethe.

Allgemeines Inhaltsverzeichniß.

Erſter Abſchnitt: Hiſtoriſcher Theil.

(I. — VI. Vortrag.)

Geſchichte der Entwickelungslehre.

		Seite
I. Vortrag.	Inhalt und Bedeutung der Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie	1
II. Vortrag.	Wiſſenſchaftliche Berechtigung der Deſcendenztheorie. Schöpfungsgeſchichte nach Linné	22
III. Vortrag.	Schöpfungsgeſchichte nach Cuvier und Agaſſiz	43
IV. Vortrag.	Entwickelungstheorie von Goethe und Oken	65
V. Vortrag.	Entwickelungstheorie von Kant und Lamarck	89
VI. Vortrag.	Entwickelungstheorie von Lyell und Darwin	111

Zweiter Abſchnitt: Darwiniſtiſcher Theil.

(VII — XI. Vortrag.)

Der Darwinismus oder die Selectionstheorie.

VII. Vortrag.	Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie. (Der Darwinismus.)	133
VIII. Vortrag.	Vererbung und Fortpflanzung	157
IX. Vortrag.	Vererbungsgeſetze. Anpaſſung und Ernährung . . .	182
X. Vortrag.	Anpaſſungsgeſetze	208
XI. Vortrag.	Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Daſein. Arbeitstheilung und Fortſchritt	225

Dritter Abſchnitt: Kosmogenetiſcher Theil.

(XII—XV. Vortrag.)

Grundzüge und Grundgeſetze der Entwickelungslehre.

Seite

XII. Vortrag. Entwickelungsgeſetze der organiſchen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie 250

XIII. Vortrag. Entwickelungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenſtofftheorie. Plaſtidentheorie 281

XIV. Vortrag. Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde 311

XV. Vortrag. Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden 333

Vierter Abſchnitt: Phylogenetiſcher Theil.

(XVI—XXI. Vortrag.)

Die Phylogenie oder Stammesgeſchichte der Organismen.

XVI. Vortrag. Stammbaum und Geſchichte des Protiſtenreichs . . . 364

XVII. Vortrag. Stammbaum und Geſchichte des Pflanzenreichs . . . 400

XVIII. Vortrag. Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
I. Pflanzenthiere und Wurmthiere 435

XIX. Vortrag. Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere . . . 468

XX. Vortrag. Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
III. Wirbelthiere 502

XXI. Vortrag. Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
IV. Säugethiere 536

Fünfter Abſchnitt: Anthropogenetiſcher Theil.

(XXII—XXIV. Vortrag.)

Die Anwendung der Entwickelungslehre auf den Menſchen.

XXII. Vortrag. Urſprung und Stammbaum des Menſchen 564

XXIII. Vortrag. Wanderung und Verbreitung des Menſchengeſchlechts. Menſchenarten und Menſchenraſſen 593

XXIV. Vortrag. Einwände gegen und Beweiſe für die Wahrheit der Deſcendenztheorie 627

Beſonderes Inhaltsverzeichniß.

Seite

Vorwort zur erſten Auflage XVII

Vorwort zur zweiten Auflage XXI

Die Natur (Goethe, 1780) XXXI

Erſter Vortrag.

Inhalt und Bedeutung der Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie 1

Allgemeine Bedeutung und weſentlicher Inhalt der von Darwin reformirten Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie. Beſondere Bedeutung derſelben für die Biologie (Zoologie und Botanik), für die mechaniſche Erklärung der organiſchen Naturerſcheinungen. Beſondere Bedeutung derſelben für die Anthropologie, für die natürliche Entwickelungsgeſchichte des Menſchengeſchlechts. Die Abſtammungslehre als natürliche Schöpfungsgeſchichte. Begriff der Schöpfung. Wiſſen und Glauben. Schöpfungsgeſchichte und Entwickelungsgeſchichte. Zuſammenhang der individuellen und paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte. Unzweckmäßigkeitslehre oder Wiſſenſchaft von den rudimentären Organen. Unnütze und überflüſſige Einrichtungen im Organismus. Gegenſatz der beiden grundverſchiedenen Weltanſchauungen, der moniſtiſchen (mechaniſchen, cauſalen) und der dualiſtiſchen (teleologiſchen, vitalen). Begründung der erſteren durch die Abſtammungslehre. Einheit der organiſchen und anorganiſchen Natur, und Gleichheit der wirkenden Urſachen in Beiden. Bedeutung der Abſtammungslehre für die einheitliche (moniſtiſche) Auffaſſung der ganzen Natur.

Zweiter Vortrag.

Wiſſenſchaftliche Berechtigung der Deſcendenztheorie. Schöpfungsgeſchichte nach Linné 22

Die Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie als die einheitliche Erklärung der organiſchen Naturerſcheinungen durch natürliche wirkende Urſachen.

Seite

Vergleichung derſelben mit Newtons Gravitationstheorie. Zwingende Nothwendigkeit ihrer Annahme und allgemeine Verpflichtung der Naturforſcher zu derſelben. Grenzen der wiſſenſchaftlichen Erklärung und der menſchlichen Erkenntniß überhaupt. Alle Erkenntniß urſprünglich durch ſinnliche Erfahrung bedingt, aposteriori. Uebergang der aposteriorischen Erkenntniſſe durch Vererbung in aprioriſche Erkenntniſſe. Gegenſatz der übernatürlichen Schöpfungshypotheſen von Linné, Cuvier, Agaſſiz, und der natürlichen Entwickelungstheorien von Lamarck, Goethe, Darwin. Zuſammenhang der erſteren mit der moniſtiſchen (mechaniſchen), der letzteren mit der dualiſtiſchen (teleologiſchen) Weltanſchauung. Monismus und Materialismus. Wiſſenſchaftlicher und ſittlicher Materialismus. Schöpfungsgeſchichte des Moſes. Ihre Vorzüge und Irrthümer. Linné als Begründer der ſyſtematiſchen Naturbeſchreibung und Artunterſcheidung. Linné's Claſſification und binäre Nomenclatur. Bedeutung des Speciesbegriffs bei Linné. Seine Schöpfungsgeſchichte. Linné's Anſicht von der Entſtehung der Arten.

Dritter Vortrag.

Schöpfungsgeſchichte nach Cuvier und Agaſſiz. 43

Allgemeine theoretiſche Bedeutung des Speciesbegriffs. Unterſchied in der theoretiſchen und praktiſchen Beſtimmung des Artbegriffs. Cuvier's Definition der Species. Cuvier's Verdienſte als Begründer der vergleichenden Anatomie. Unterſcheidung der vier Hauptformen (Typen oder Zweige) des Thierreichs durch Cuvier und Bär. Cuvier's Verdienſte um die Paläontologie. Seine Hypotheſe von den Revolutionen des Erdballs und den durch dieſelben getrennten Schöpfungsperioden. Unbekannte, übernatürliche Urſachen dieſer Revolutionen und der darauf folgenden Neuſchöpfungen. Teleologiſches Naturſyſtem von Agaſſiz. Seine Vorſtellungen vom Schöpfungsplane und deſſen ſechs Kategorien (Gruppenſtufen des Syſtems). Agaſſiz' Anſichten von der Erſchaffung der Species. Grobe Vermenſchlichung (Anthropomorphismus) des Schöpfers in der Schöpfungshypotheſe von Agaſſiz. Innere Unhaltbarkeit derſelben und Widerſprüche mit den von Agaſſiz entdeckten wichtigen paläontologiſchen Geſetzen.

Vierter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Goethe und Oken 65

Wiſſenſchaftliche Unzulänglichkeit aller Vorſtellungen von einer Schöpfung der einzelnen Arten. Nothwendigkeit der entgegengeſetzten Entwickelungstheo-

Seite

rien. Geſchichtlicher Ueberblick über die wichtigſten Entwickelungstheorien. Ariſtoteles. Seine Lehre von der Urzeugung. Die Bedeutung der Naturphiloſophie. Goethe. Seine Verdienſte als Naturforſcher. Seine Metamorphoſe der Pflanzen. Seine Wirbeltheorie des Schädels. Seine Entdeckung des Zwiſchenkiefers beim Menſchen. Goethe's Theilnahme an dem Streite zwiſchen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire. Goethe's Entdeckung der beiden organiſchen Bildungstriebe, des konſervativen Specifikationstriebes (der Vererbung) und des progreſſiven Umbildungstriebes (der Anpaſſung). Goethe's Anſicht von der gemeinſamen Abſtammung aller Wirbelthiere mit Inbegriff des Menſchen. Entwickelungstheorie von Gottfried Reinhold Treviranus. Seine moniſtiſche Naturauffaſſung. Oken. Seine Naturphiloſophie. Oken's Vorſtellung vom Urſchleim (Protoplasmatheorie). Oken's Vorſtellung von den Infuſorien (Zellentheorie). Oken's Entwickelungstheorie.

Fünfter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Kant und Lamarck 89

Kant's dualiſtiſche Biologie. Seine Anſicht von der Entſtehung der Anorgane durch mechaniſche, der Organismen durch zweckthätige Urſachen. Widerſpruch dieſer Anſicht mit ſeiner Hinneigung zur Abſtammungslehre. Kant's genealogiſche Entwickelungstheorie. Beſchränkung derſelben durch ſeine Teleologie. Vergleichung der genealogiſchen Biologie mit der vergleichenden Sprachforſchung. Anſichten zu Gunſten der Deſcendenztheorie von Leopold Buch, Bär, Schleiden, Unger, Schaaffhauſen, Victor Carus, Büchner. Die franzöſiſche Naturphiloſophie. Lamarck's Philoſophie zoologique. Lamarck's moniſtiſches (mechaniſches) Naturſyſtem. Seine Anſichten von der Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungskräfte, der Vererbung und Anpaſſung. Lamarck's Anſicht von der Entwickelung des Menſchengeſchlechts aus affenartigen Säugethieren. Vertheidigung der Deſcendenztheorie durch Geoffroy S. Hilaire, Naudin und Lecoq. Die engliſche Naturphiloſophie. Anſichten zu Gunſten der Deſcendenztheorie von Erasmus Darwin, Grant, Herbert Spencer, Hooker, Huxley. Doppeltes Verdienſt von Charles Darwin.

Sechſter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Lyell und Darwin 111

Charles Lyell's Grundſätze der Geologie. Seine natürliche Entwickelungsgeſchichte der Erde. Entſtehung der größten Wirkungen durch Summirung der kleinſten Urſachen. Entſtehung der Gebirge durch langſame, ſehr lange

Seite

Zeit fortdauernde Hebungen und Senkungen des Erdbodens. Unbegrenzte Länge der geologischen Zeiträume. Lyell's Widerlegung der Cuvier'schen Schöpfungsgeschichte. Begründung des ununterbrochenen Zusammenhangs der geschichtlichen Entwickelung durch Lyell und Darwin. Biographische Notizen über Charles Darwin. Seine wissenschaftlichen Werke. Seine Korallenrifftheorie. Entwickelung der Selectionstheorie. Ein Brief von Darwin. Gleichzeitige Veröffentlichung der Selectionstheorie von Charles Darwin und Alfred Wallace. Darwin's neuestes Werk. Sein Studium der Hausthiere und Culturpflanzen. Hohe Bedeutung dieses Studiums. Andreas Wagner's Ansicht von der besonderen Schöpfung der Culturorganismen für den Menschen. Der Baum des Erkenntnisses im Paradies. Vergleichung der wilden und der Culturorganismen. Darwin's Studium der Haustauben. Bedeutung der Taubenzucht. Unendliche Verschiedenheit der Taubenrassen und gemeinsame Abstammung derselben von einer einzigen Stammart.

Siebenter Vortrag.

Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie. (Der Darwinismus) 133

Darwinismus (Selectionstheorie) und Lamarckismus (Descendenztheorie). Der Vorgang der künstlichen Züchtung: Auslese (Selection) der verschiedenen Einzelwesen zur Nachzucht. Die wirkenden Ursachen der Umbildung: Abänderung, mit der Ernährung zusammenhängend, und Vererbung, mit der Fortpflanzung zusammenhängend. Mechanische Natur dieser beiden physiologischen Functionen. Der Vorgang der natürlichen Züchtung: Auslese (Selection) durch den Kampf um's Dasein. Malthus' Bevölkerungstheorie. Mißverhältniß zwischen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der wirklichen (actuellen) Individuen jeder Organismenart. Allgemeiner Wettkampf um die Existenz, oder Mitbewerbung um die Erlangung der nothwendigen Lebensbedürfnisse. Umbildende und züchtende Kraft dieses Kampfes um's Dasein. Vergleichung der natürlichen und der künstlichen Züchtung. Zuchtwahl im Menschenleben. Militärische und medicinische Züchtung.

Achter Vortrag.

Vererbung und Fortpflanzung 157

Allgemeinheit der Erblichkeit und der Vererbung. Auffallende besondere Aeußerungen derselben. Menschen mit vier, sechs oder sieben Fingern und Zehen. Stachelschweinmenschen. Vererbung von Krankheiten, namentlich von

Seite

Geiſteskrankheiten. Erbſünde. Erbliche Monarchie. Erbadel. Erbliche Talente und Seeleneigenſchaften. Materielle Urſachen der Vererbung. Zuſammenhang der Vererbung mit der Fortpflanzung. Urzeugung und Fortpflanzung. Ungeſchlechtliche oder monogene Fortpflanzung. Fortpflanzung durch Selbſttheilung. Moneren und Amoeben. Fortpflanzung durch Knospenbildung, durch Keimknospenbildung und durch Keimzellenbildung. Geſchlechtliche oder amphigone Fortpflanzung. Zwitterbildung oder Hermaphroditismus. Geſchlechtstrennung oder Gonochorismus. Jungfräuliche Zeugung oder Parthenogeneſis. Materielle Uebertragung der Eigenſchaften beider Eltern auf das Kind bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung. Unterſchied der Vererbung bei der geſchlechtlichen und bei der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung.

Neunter Vortrag.

Vererbungsgeſetze. Anpaſſung und Ernährung 182

Unterſcheidung der erhaltenden und fortſchreitenden Vererbung. Geſetze der erhaltenden oder conſervativen Erblichkeit: Vererbung ererbter Charaktere. Ununterbrochene oder continuirliche Vererbung. Unterbrochene oder latente Vererbung. Generationswechſel. Rückſchlag. Verwilderung. Geſchlechtliche oder ſexuelle Vererbung. Secundäre Sexualcharaktere. Gemiſchte oder amphigone Vererbung. Baſtardzeugung. Abgekürzte oder vereinfachte Vererbung. Geſetze der fortſchreitenden oder progreſſiven Erblichkeit: Vererbung erworbener Charaktere. Angepaßte oder erworbene Vererbung. Befeſtigte oder conſtituirte Vererbung. Gleichzeitliche oder homochrone Vererbung. Gleichörtliche oder homotope Vererbung. Anpaſſung und Veränderlichkeit. Zuſammenhang der Anpaſſung und der Ernährung. Unterſcheidung der indirecten und directen Anpaſſung.

Zehnter Vortrag.

Anpaſſungsgeſetze 203

Geſetze der indirecten oder potentiellen Anpaſſung. Individuelle Anpaſſung. Monſtröſe oder ſprungweiſe Anpaſſung. Geſchlechtliche oder ſexuelle Anpaſſung. Geſetze der directen oder actuellen Anpaſſung. Allgemeine oder univerſelle Anpaſſung. Gehäufte oder cumulative Anpaſſung. Gehäufte Einwirkung der äußeren Exiſtenzbedingungen und gehäufte Gegenwirkung des Organismus. Der freie Wille. Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Uebung und Gewohnheit. Wechſelbezügliche oder correlative Anpaſſung. Wechſelbeziehungen der Entwickelung. Correlation der Organe. Erklärung der

Seite

indirecten oder potentiellen Anpaſſung durch die Correlation der Geſchlechtsorgane und der übrigen Körpertheile. Abweichende oder divergente Anpaſſung. Unbeſchränkte oder unendliche Anpaſſung.

Elfter Vortrag.

Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Daſein. Arbeitstheilung und Fortſchritt 225

Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungstriebe, der Vererbung und Anpaſſung. Natürliche und künſtliche Züchtung. Kampf um's Daſein oder Wettkampf um die Lebensbedürfniſſe. Mißverhältniß zwiſchen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der Zahl der wirklichen (actuellen) Individuen. Verwickelte Wechſelbeziehungen aller benachbarten Organismen. Wirkungsweiſe der natürlichen Züchtung. Gleichfarbige Zuchtwahl als Urſache der ſympathiſchen Färbungen. Geſchlechtliche Zuchtwahl als Urſache der ſecundären Sexualcharaktere. Geſetz der Sonderung oder Arbeitstheilung (Polymorphismus, Differenzirung, Divergenz des Charakters). Uebergang der Varietäten in Species. Begriff der Species. Baſtardzeugung. Geſetz des Fortſchritts oder der Vervollkommnung (Progreſſus, Teleoſis).

Zwölfter Vortrag.

Entwickelungsgeſetze der organiſchen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie 250

Entwickelungsgeſetze der Menſchheit: Differenzirung und Vervollkommnung. Mechaniſche Urſache dieſer beiden Grundgeſetze. Fortſchritt ohne Differenzirung und Differenzirung ohne Fortſchritt. Entſtehung der rudimentären Organe durch Nichtgebrauch und Abgewöhnung. Ontogeneſis oder individuelle Entwickelung der Organismen. Allgemeine Bedeutung derſelben. Ontogenie oder individuelle Entwickelungsgeſchichte der Wirbelthiere, mit Inbegriff des Menſchen. Eifurchung. Bildung der drei Keimblätter. Entwickelungsgeſchichte des Centralnervenſyſtems, der Extremitäten, der Kiemenbogen und des Schwanzes bei den Wirbelthieren. Urſächlicher Zuſammenhang und Parallelismus der Ontogeneſis und Phylogeneſis, der individuellen und der Stammesentwickelung. Urſächlicher Zuſammenhang und Parallelismus der Phylogeneſis und der ſyſtematiſchen Entwickelung. Parallelismus der drei organiſchen Entwickelungsreihen.

Dreizehnter Vortrag.

Seite

Entwickelungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenstofftheorie. Plastidentheorie . . . 281

Entwickelungsgeschichte der Erde. Kant's Entwickelungstheorie des Weltalls oder die kosmologische Gastheorie. Entwickelung der Sonnen, Planeten und Monde. Erste Entstehung des Wassers. Vergleichung der Organismen und Anorgane. Organische und anorganische Stoffe. Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzustände. Eiweißartige Kohlenstoffverbindungen. Organische und anorganische Formen. Krystalle und structurlose Organismen ohne Organe. Stereometrische Grundformen der Krystalle und der Organismen. Organische und anorganische Kräfte. Lebenskraft. Wachsthum und Anpassung bei Krystallen und bei Organismen. Bildungstriebe der Krystalle. Einheit der organischen und anorganischen Natur. Urzeugung oder Archigonie. Autogonie und Plasmogonie. Entstehung der Moneren durch Urzeugung. Entstehung der Zellen aus Moneren. Zellentheorie. Plastidentheorie. Plastiden oder Bildnerinnen. Cytoden und Zellen. Vier verschiedene Arten von Plastiden.

Vierzehnter Vortrag.

Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde 311

Chorologische Thatsachen und Ursachen. Einmalige Entstehung der meisten Arten an einem einzigen Orte: „Schöpfungsmittelpunkte". Ausbreitung durch Wanderung. Active und passive Wanderungen. Transportmittel. Beständige Veränderung der Verbreitungsbezirke durch Hebungen und Senkungen des Bodens. Einfluß des Klima-Wechsels. Eiszeit oder Glacial-Periode. Ihre Bedeutung für die Chorologie. Bedeutung der Wanderungen für die Entstehung neuer Arten. Isolirung der Kolonisten. Wagner's „Migrationsgesetz".

Fünfzehnter Vortrag.

Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden 333

Reform der Systematik durch die Descendenztheorie. Das natürliche System als Stammbaum. Paläontologische Urkunden des Stammbaumes. Die Versteinerungen als Denkmünzen der Schöpfung. Ablagerung der neptunischen Schichten und Einfluß der organischen Reste. Eintheilung der organischen Erdgeschichte in fünf Hauptperioden: Zeitalter der Tangwälder, Farn-

Seite

wälder, Nadelwälder, Laubwälder und Culturwälder. Syſtem der neptuniſchen Schichten. Unermeßliche Dauer der während ihrer Bildung verfloſſenen Zeiträume. Ablagerung der Schichten nur während der Senkung, nicht während der Hebung des Bodens. Andere Lücken der Schöpfungsurkunde. Metamorphiſcher Zuſtand der älteſten neptuniſchen Schichten. Geringe Ausdehnung der paläontologiſchen Erfahrungen. Geringer Bruchtheil der verſteinerungsfähigen Organismen und organiſchen Körpertheile. Seltenheit vieler verſteinerten Arten. Mangel foſſiler Zwiſchenformen. Die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Sechszehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Protiſtenreichs 364

Specielle Durchführung der Deſcendenztheorie in dem natürlichen Syſtem der Organismen. Conſtruction der Stammbäume. Abſtammung aller mehrzelligen Organismen von einzelligen. Abſtammung der Zellen von Moneren. Begriff der organiſchen Stämme oder Phylen. Zahl der Stämme des Thierreichs und des Pflanzenreichs. Einheitliche oder monophyletiſche und vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe. Das Reich der Protiſten oder Urweſen. Acht Klaſſen des Protiſtenreichs. Moneren. Amöboiden oder Protoplaſten. Geißelſchwärmer oder Flagellaten. Flimmerkugeln oder Katallakten. Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen. Kieſelzellen oder Diatomeen. Schleimpilze oder Myxomyceten. Wurzelfüßer oder Rhizopoden. Bemerkungen zur allgemeinen Naturgeſchichte der Protiſten: Ihre Lebenserſcheinungen, chemiſche Zuſammenſetzung und Formbildung (Individualität und Grundform). Phylogenie des Protiſtenreichs.

Siebenzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Pflanzenreichs 400

Das natürliche Syſtem des Pflanzenreichs. Eintheilung des Pflanzenreichs in ſechs Hauptklaſſen und achtzehn Klaſſen. Unterreich der Blumenloſen (Cryptogamen). Stammgruppe der Thallusphanzen. Tange oder Algen (Urtange, Grüntange, Brauntange, Rothtange). Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze). Stammgruppe der Prothallusphanzen. Moſe oder Muscinen (Tangmoſe, Lebermoſe, Laubmoſe, Torfmoſe). Farne oder Filicinen (Laubfarne, Schaftfarne, Waſſerfarne, Schuppenfarne). Unterreich der Blumenpflanzen (Phanerogamen). Nacktſamige oder Gymnoſpermen.

Seite

Palmfarne (Cycadeen). Nadelhölzer (Coniferen). Deckſamige oder Angioſpermen. Monocotylen. Dicotylen. Kelchblüthige (Apetalen). Sternblüthige (Diapetalen). Glockenblüthige (Gamopetalen).

Achtzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. I. Pflanzenthiere und Wurmthiere 435

Das natürliche Syſtem des Thierreichs. Syſtem von Linné und Lamarck. Die vier Typen von Bär und Cuvier. Vermehrung derſelben auf ſechs Typen. Genealogiſche Bedeutung der ſechs Typen als ſelbſtſtändiger Stämme des Thierreichs. Monophyletiſche und polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe des Thierreichs. Gemeinſamer Urſprung der fünf übrigen Thierſtämme aus dem Würmerſtamm. Eintheilung der ſechs Thierſtämme in 16 Hauptklaſſen und 33 Klaſſen. Stamm der Pflanzenthiere. Schwämme oder Spongien (Weichſchwämme, Hartſchwämme). Neſſelthiere oder Akalephen (Korallen, Schirmquallen, Kammquallen). Stamm der Wurmthiere. Urwürmer oder Archelminthen (Infuſorien). Weichwürmer oder Scoleciden (Plattwürmer, Rundwürmer). Sackwürmer oder Himategen (Moosthiere, Manteltiere). Gliedwürmer oder Colelminthen (Sternwürmer, Ringelwürmer, Räderwürmer).

Neunzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere 468

Stamm der Weichthiere oder Mollusken. Vier Klaſſen der Weichthiere: Taſcheln (Spirobranchien). Muſcheln (Lamellibranchien). Schnecken (Cochliden). Kracken (Cephalopoden). Stamm der Sternthiere oder Echinodermen. Abſtammung derſelben von den gegliederten Würmern (Panzerwürmern oder Phraktelminthen). Generationswechſel der Echinodermen. Vier Klaſſen der Sternthiere: Seeſterne (Aſteriden). Seelilien (Krinoiden). Seeigel (Echiniden). Seegurken (Holothurien). Stamm der Gliederthiere oder Arthropoden. Vier Klaſſen der Gliederthiere. Kiemenathmende Gliederthiere oder Cruſtaceen. (Gliederkrebſe, Panzerkrebſe). Luftröhrenathmende Gliederthiere oder Tracheaten. Spinnen (Streckſpinnen, Rundſpinnen). Tauſendfüßer. Inſecten. Kauende und ſaugende Inſecten. Stammbaum und Geſchichte der acht Inſecten-Ordnungen.

Zwanzigſter Vortrag.

Seite

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. III. Wirbelthiere 502

Die Schöpfungsurkunden der Wirbelthiere. (Vergleichende Anatomie, Embryologie und Paläontologie.) Das natürliche Syſtem der Wirbelthiere. Die vier Klaſſen der Wirbelthiere von Linné und Lamarck. Vermehrung derſelben auf neun Klaſſen. Hauptklaſſe der Rohrherzen oder Schädelloſen (Lanzetthiere). Blutsverwandtſchaft der Schädelloſen mit den Manteltieren. Uebereinſtimmung der embryonalen Entwickelung von Amphioxus und von den Ascidien. Urſprung des Wirbelthierſtammes aus der Würmergruppe. Hauptklaſſe der Unpaarnaſen oder Rundmäuler (Inger und Lampreten). Hauptklaſſe der Anamnien oder Amnionloſen. Fiſche (Urfiſche, Schmelzfiſche, Knochenfiſche). Lurchfiſche oder Dipneuſten. Seedrachen oder Haliſaurier. Lurche oder Amphibien (Panzerlurche, Nacktlurche). Hauptklaſſe der Amnionthiere oder Amnioten. Reptilien (Stammreptilien, Eidechſen, Schlangen, Crocodile, Schildkröten, Flugreptilien, Drachen, Schnabelreptilien). Vögel (Fiederſchwänzige, Fächerſchwänzige, Büſchelſchwänzige).

Einundzwanzigſter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs. IV. Säugethiere 536

Syſtem der Säugethiere nach Linné und nach Blainville. Drei Unterklaſſen der Säugethiere (Ornithodelphien, Didelphien, Monodelphien). Ornithodelphien oder Monotremen. Schnabelthiere (Ornithoſtomen). Didelphien oder Marſupialien. Pflanzenfreſſende und fleiſchfreſſende Beutelthiere. Monodelphien oder Placentalien (Placentalthiere). Bedeutung der Placenta. Zottenplacentner. Gürtelplacentner. Scheibenplacentner. Decidualoſe oder Indeciduen. Hufthiere. Unpaarhufer und Paarhufer. Walthiere. Zahnarme. Deciduathiere oder Deciduaten. Halbaffen. Nagethiere. Scheinhufer. Inſectenfreſſer. Raubthiere. Fliederthiere. Affen.

Zweiundzwanzigſter Vortrag.

Urſprung und Stammbaum des Menſchen 564

Die Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen. Unermeßliche Bedeutung und logiſche Nothwendigkeit derſelben. Stellung des Menſchen

Seite

im natürlichen System der Thiere, insbesondere unter den discoplacentalen Säugethieren. Unberechtigte Trennung der Vierhänder und Zweihänder. Berechtigte Trennung der Halbaffen von den Affen. Stellung des Menschen in der Ordnung der Affen. Schmalnasen (Affen der alten Welt) und Plattnasen (amerikanische Affen). Unterschiede beider Gruppen. Entstehung des Menschen aus Schmalnasen. Menschenaffen oder Anthropoiden. Afrikanische Menschenaffen (Gorilla und Schimpanse). Asiatische Menschenaffen (Orang und Gibbon). Vergleichung der verschiedenen Menschenaffen und der verschiedenen Menschenrassen. Uebersicht der Ahnenreihe des Menschen. Wirbellose Ahnen (Prochordaten) und Wirbelthier-Ahnen.

Dreiundzwanzigster Vortrag.

Wanderung und Verbreitung des Menschengeschlechts. Menschenarten und Menschenrassen 593

Alter des Menschengeschlechts. Ursachen der Entstehung desselben. Der Ursprung der menschlichen Sprache. Einstämmiger (monophyletischer) und vielstämmiger (polyphyletischer) Ursprung des Menschengeschlechts. Abstammung der Menschen von vielen Paaren. Classification der Menschenrassen. System der zwölf Menschenarten. Wollhaarige Menschen oder Ulotrichen. Büschelhaarige (Papua's, Hottentotten). Vließhaarige (Kaffern, Neger). Schlichthaarige Menschen oder Lissotrichen. Straffhaarige (Australier, Malayen, Mongolen, Arktiker, Amerikaner). Lockenhaarige (Dravidas, Nubier, Mittelländer). Bevölkerungszahlen. Urheimath des Menschen (Südasien oder Lemurien). Beschaffenheit des Urmenschen. Zahl der Ursprachen (Monoglottonen und Polyglottonen). Divergenz und Wanderung des Menschengeschlechts. Geographische Verbreitung der Menschenarten.

Vierundzwanzigster Vortrag.

Einwände gegen und Beweise für die Wahrheit der Descendenztheorie 627

Einwände gegen die Abstammungslehre. Einwände des Glaubens und der Vernunft. Unermeßliche Länge der geologischen Zeiträume. Uebergangsformen zwischen den verwandten Species. Abhängigkeit der Formbeständigkeit von der Vererbung, und des Formwechsels von der Anpassung. Entstehung sehr zusammengesetzter Organisationseinrichtungen. Stufenweise Entwickelung der Instinkte und Seelenthätigkeiten. Entstehung der aprioriſchen Erkenn-

niſſe aus apoſterioriſchen. Erforderniſſe für das richtige Verſtändniß der Abſtammungslehre. Nothwendige Wechſelwirkung der Empirie und Philoſophie. Beweiſe für die Deſcendenztheorie. Innerer urſächlicher Zuſammenhang aller biologiſchen Erſcheinungsreihen. Der directe Beweis der Selectionstheorie. Verhältniß der Deſcendenztheorie zur Anthropologie. Beweiſe für den thieriſchen Urſprung des Menſchen. Die Pithekoidentheorie als untrennbarer Beſtandtheil der Deſcendenztheorie. Induction und Deduction. Stufenweiſe Entwickelung des menſchlichen Geiſtes. Körper und Geiſt. Menſchenſeele und Thierſeele. Blick in die Zukunft.

Seite

Verzeichniß der im Texte mit Ziffern angeführten Schriften 659

Erklärung der Tafeln 663

Taf. I. Titelblatt. Gruppe von Pflanzenthieren im Mittelmeere . . . 663

Taf. II und III. Keime oder Embryen von vier Wirbelthieren (Schildkröte, Huhn, Hund, Menſch) 666

Taf. IV. Stammbaum des Pflanzenreichs, paläontologiſch begründet . . 666

Taf. V. Geſchichtliches Wachsthum der ſechs Thierſtämme 666

Taf. VI und VII. Generationswechſel der Sternthiere 667

Taf. VIII und IX. Entwickelungsgeſchichte der Krebsthiere oder Cruſtaceen 669

Taf. X und XI. Entwickelungsgeſchichte der Ascidie und des Amphioxus 672

Taf. XII. Stammbaum des Wirbelthierſtammes, paläontologiſch begründet 674

Taf. XIII und XIV. Die Familiengruppe der Katarrhinen. 24 Profilköpfe von Affen und Menſchen 675

Taf. XV. Hypothetiſche Skizze des monophyletiſchen Urſprungs und der Verbreitung der zwölf Menſchen-Species von Lemurien aus über die Erde 677

Regiſter 680

Vorwort

zur ersten Auflage.

Die vorliegenden freien Vorträge über „natürliche Schöpfungsgeschichte“ sind im Wintersemester $18\frac{6}{7}$ vor einem aus Laien und Studirenden aller Facultäten zusammengesetzten Publikum hier von mir gehalten, und von zweien meiner Zuhörer, den Studirenden Hörnlein und Römheld, stenographirt worden. Abgesehen von den redactionellen Veränderungen des stenographischen Manuscripts, habe ich an mehreren Stellen Erörterungen weggelassen, welche für meinen engeren Zuhörerkreis von besonderem Interesse waren, und dagegen an anderen Stellen Erläuterungen eingefügt, welche mir für den weiteren Leserkreis erforderlich schienen. Die Abkürzungen betreffen besonders die erste Hälfte, die Zusätze dagegen die zweite Hälfte der Vorträge. Der XV., XVI., XVII. und XVIII. Vortrag, welche ursprünglich zusammen nur zwei Vorträge bildeten, sind gänzlich umgearbeitet und bedeutend erweitert worden.

Die „natürliche Schöpfungsgeschichte“ oder richtiger ausgedrückt: Die „natürliche Entwickelungslehre“, deren selbstständige Förderung und weitere Verbreitung den Zweck dieser Vorträge bildet, ist seit nun bald zehn Jahren durch die große Geistesthat von Charles Darwin in ein neues Stadium ihrer Entwickelung getreten. Was frühere Anhänger derselben nur unbestimmt andeuteten oder ohne Erfolg aussprachen, was schon Wolfgang Goethe mit dem prophe-

Der lebhafte Kampf, welcher in den letzten Jahren um die Entwickelungslehre entbrannt ist, muß früher oder später nothwendig mit ihrer allgemeinen Anerkennung endigen. Dieser glänzendste Sieg des erkennenden Verstandes über das blinde Vorurtheil, der höchste Triumph, den der menschliche Geist erringen konnte, wird sicherlich mehr als alles Andere nicht allein zur geistigen Befreiung, sondern auch zur sittlichen Vervollkommnung der Menschheit beitragen. Zwar haben nicht nur diejenigen engherzigen Leute, die als Angehörige einer bevorzugten Kaste jede Verbreitung allgemeiner Bildung überhaupt scheuen, sondern auch wohlmeinende und edelgesinnte Männer die Befürchtung ausgesprochen, daß die allgemeine Verbreitung der Entwickelungstheorie die gefährlichsten moralischen und socialen Folgen haben werde. Nur die feste Ueberzeugung, daß diese Besorgniß gänzlich unbegründet ist, und daß im Gegentheil jeder große Fortschritt in der wahren Naturerkenntniß unmittelbar oder mittelbar auch eine entsprechende Vervollkommnung des sittlichen Menschenwesens herbeiführen muß, konnte mich dazu ermuthigen, die wichtigsten Grundzüge der Entwickelungstheorie in der hier vorliegenden Form einem weiteren Kreise zugänglich zu machen.

Den wißbegierigen Leser, welcher sich genauer über die in diesen Vorträgen behandelten Gegenstände zu unterrichten wünscht, verweise ich auf die im Texte mit Ziffern angeführten Schriften, welche am Schlusse desselben im Zusammenhang verzeichnet sind. Bezüglich derjenigen Beiträge zum Ausbau der Entwickelungslehre, welche mein Eigenthum sind, verweise ich insbesondere auf meine 1866 veröffentlichte „Generelle Morphologie der Organismen" (Erster Band: Allgemeine Anatomie oder Wissenschaft von den entwickelten Formen; Zweiter Band: Allgemeine Entwickelungsgeschichte oder Wissenschaft von den entstehenden Formen). Dies gilt namentlich von meiner, im ersten Bande ausführlich begründeten Individualitätslehre und Grundformenlehre, auf welche ich in diesen Vorträgen nicht eingehen konnte, und von meiner, im zweiten Bande enthaltenen mechanischen Begründung des ursächlichen Zusammenhangs zwischen der indivi-

duellen und der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte. Der Leſer, welcher ſich ſpecieller für das natürliche Syſtem der Thiere, Pflanzen und Protiſten, ſowie für die darauf begründeten Stammbäume intereſſirt, findet darüber das Nähere in der ſyſtematiſchen Einleitung zum zweiten Bande der generellen Morphologie. Die entſprechenden Stellen der letzteren, welche einzelne Gegenſtände dieſer freien Vorträge ausführlicher behandeln, ſind im Texte mit (Gen. Morph.) angeführt.

So unvollkommen und mangelhaft dieſe Vorträge auch ſind, ſo hoffe ich doch, daß ſie dazu dienen werden, das ſegensreiche Licht der Entwickelungslehre in weiteren Kreiſen zu verbreiten. Möchte dadurch in vielen denkenden Köpfen die unbeſtimmte Ahnung zur klaren Gewißheit werden, daß unſer Jahrhundert durch die endgültige Begründung der Entwickelungstheorie, und namentlich durch die Entdeckung des menſchlichen Urſprungs, den bedeutendſten und ruhmvollſten Wendepunkt in der ganzen Entwickelungsgeſchichte der Menſchheit bildet. Möchten dadurch viele Menſchenfreunde zu der Ueberzeugung geführt werden, wie fruchtbringend und ſegensreich dieſer größte Fortſchritt in der Erkenntniß auf die weitere fortſchreitende Entwickelung des Menſchengeſchlechts einwirken wird, und an ihrem Theile werkthätig zu ſeiner Ausbreitung beitragen. Möchten aber vor Allem dadurch recht viele Leſer angeregt werden, tiefer in das innere Heiligthum der Natur einzudringen, und aus der nie verſiegenden Quelle der natürlichen Offenbarung mehr und mehr jene höchſte Befriedigung des Verſtandes durch wahre Naturerkenntniß, jenen reinſten Genuß des Gemüthes durch tiefes Naturverſtändniß, und jene ſittliche Veredelung der Vernunft durch einfache Naturreligion ſchöpfen, welche auf keinem anderen Wege erlangt werden kann.

Jena, am 18ten Auguſt 1868.

Ernſt Heinrich Haeckel.

Vorwort

zur zweiten Auflage.

Die Zusätze und Verbesserungen, welche die zweite Auflage der „Natürlichen Schöpfungsgeschichte" erfahren hat, betreffen zwar alle einzelnen Vorträge, jedoch vorzugsweise die zweite, spezielle Hälfte des Buches. In der ersten, allgemeinen Hälfte ist insbesondere der erste Abschnitt, die Geschichte der Entwickelungslehre (I—VI. Vortrag) mehrfach erweitert und berichtigt worden. Der zweite Abschnitt (VII—XI. Vortrag), welcher den eigentlichen „Darwinismus", d. h. die Selectionstheorie behandelt, ist am wenigsten verändert.

Im dritten Abschnitt (XII.—XV. Vortrag), welcher die allgemeinen Grundzüge der universalen Entwickelungslehre enthält, ist ein neuer Vortrag über die Chorologie und die Eiszeit der Erde eingeschaltet worden (XV.). Die große Bedeutung, welche die Wanderungen der Organismen und die daraus hervorgehende geographische Verbreitung derselben für die Descendenztheorie besitzen, sowie die besondere Wichtigkeit der Eiszeit-Hypothese für die Chorologie, wird diesen Zusatz als Ausfüllung einer wesentlichen Lücke der ersten Auflage rechtfertigen. Dagegen habe ich die Hypothese von den „Anteperioden" oder den „versteinerungslosen Hebungszeiträumen", welche ich zuerst 1866 in der generellen Morphologie aufgestellt und in die erste Auflage der Schöpfungsgeschichte (S. 304—306) hinüber genommen hatte, jetzt als unnöthig fallen lassen. Da grade diese Hypothese von verschiedenen Seiten besonders bekämpft worden ist, so

will ich hier nur noch nachträglich bemerken, daß dieselbe lediglich die Schwierigkeiten beseitigen sollte, welche nach der Ansicht vieler Paläontologen der Entwickelungstheorie durch die scharfen paläontologischen Unterschiede je zweier auf einander folgender Formationen bereitet werden. Wenn z. B. wirklich die Versteinerungen der Permischen und der Trias-Formation so grundverschieden sein sollten und so ohne „verbindende Uebergangsformen" auf einander folgen sollten, wie man früher allgemein behauptete, und auch jetzt noch vielfach annimmt, so gab es keine einfachere Hypothese, um diese scheinbare Kluft auszufüllen, als die Annahme einer „Antetriasperiode". Diese „Anteperiode" entsprach in der Weise, wie es Darwin selbst im neunten Capitel seines Buches erläutert hat, einer Periode langsamer Hebung, in welcher aus den dort erörterten Gründen keine oder nur sehr geringe versteinerungsführende Schichten sich ablagern konnten. Permische und Trias-Periode dagegen waren Zeiträume langsamer Senkung, in denen dicke Schichten mit wohl erhaltenen Versteinerungen sich bilden konnten. Selbstverständlich habe ich dabei immer nur an mehr oder weniger locale Bildungen gedacht. Der Hebung an einer Stelle der Erde muß stets die Senkung an einer anderen Stelle entsprechen. Da aber jetzt die bedeutendsten Geologen die Ueberzeugung gewonnen haben, daß jene Trennung eine künstliche war, und daß überall ein unmerklicher paläontologischer Uebergang von einer Formation zur anderen besteht, so wird natürlich die Hypothese von den „Anteperioden" überflüssig. Ich bedauere dies nicht im Geringsten, und kann bei dieser Gelegenheit nur die für alle meine einzelnen Hypothesen gültige Versicherung wiederholen, daß mir Nichts erwünschter ist, als wenn dieselben durch neue Erfahrungen überflüssig oder durch bessere Hypothesen ersetzt werden.

Dies gilt ganz besonders auch für die Stammbäume der Organismen, welche der phylogenetische Abschnitt der Schöpfungsgeschichte enthält (XVI.—XXI. Vortrag). Dieselben sind in der zweiten Auflage bedeutend sorgfältiger, als in der ersten, ausgearbeitet. Aus den zwei Vorträgen, die dort den Stammbäumen der Thiere ge-

widmet waren (XVII., XVIII.), sind jetzt vier geworden (XVIII.—XXI.). Dieser Abschnitt, der mein specielles Eigenthum ist, und für den ich daher auch ganz allein die Verantwortlichkeit übernehme, hat die lebhaftesten Angriffe hervorgerufen, und daher seien mir hier einige Worte der Vertheidigung gestattet. Ich habe mit der Aufstellung der organischen Stammbäume, welche ich zuerst 1866 in dem zweiten Bande der generellen Morphologie unternahm, thatsächlich den ersten Versuch gemacht, die Descendenztheorie im Einzelnen durchzuführen, und ihre unendlich fruchtbare Anwendbarkeit für das Verständniß der organischen Formverhältnisse speciell nachzuweisen. Während Darwin durch die Aufstellung seiner Selectionstheorie nur die generelle Descendenztheorie fest begründen wollte, war es dagegen mein Bestreben, durch die specielle Anwendung derselben, durch die Phylogenie oder Stammesgeschichte der Organismen, die gesammte organische Morphologie in mechanischem Sinne umzugestalten und ihr ein causales Fundament zu geben. Wenn überhaupt die Descendenztheorie wahr ist, so muß es auch möglich sein, die Stammbäume der Organismen, als genealogische Hypothesen, bis zu einem mehr oder weniger hohen Grade von Wahrscheinlichkeit festzustellen.

Die Sicherheit dieser Descendenzhypothesen wird sich bedeutend steigern, wenn wir erst die Ontogenie, die individuelle Entwickelungsgeschichte der verschiedenen Thiergruppen, besser kennen werden, als jetzt der Fall ist. Gegenwärtig sind wir noch vorzugsweise auf die vergleichende Anatomie, als empirische Basis unserer phylogenetischen Speculationen, angewiesen. Welche hohe Bedeutung aber diese Schöpfungsurkunde für unseren Zweck besitzt, läßt sich am besten aus der inzwischen erschienenen zweiten Auflage der „Grundzüge der vergleichenden Anatomie" von Carl Gegenbaur ermessen. Indem dieses ausgezeichnete Werk zum ersten Male die Descendenztheorie auf das Gesammtgebiet der vergleichenden Anatomie anwendet, zeigt es klar, wie die letztere durch die erstere erst wahres Licht und Leben gewinnt. Die teleologische Phrase vom „Plan und Zweck" im Bau des Thierkörpers muß der realen Erkenntniß seiner mechanischen Ursachen weichen.

Daß meine speciellen Descendenzhypotheſen bei dem gegenwärtigen lückenhaften Zuſtande unſerer Kenntniſſe in der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie nur einen proviſoriſchen und annähernden Werth haben können, liegt auf der Hand. Auch habe ich dies von Anfang an und wiederholt hervorgehoben. Zugleich habe ich ausdrücklich erklärt, daß meine Stammbäume „weiter Nichts beanſpruchen, als den erſten Verſuch gemacht, und zu weiteren und beſſeren Verſuchen angeregt zu haben". (Vergl. S. 318 der erſten, S. 366 der zweiten Auflage.) Angeſichts dieſer entſchiedenen Verwahrungen habe ich nicht nöthig, mich gegen diejenigen Angriffe zu vertheidigen, welche meinen Stammbäumen einen dogmatiſchen Character unterſchieben. Ich erwähne dieſe Angriffe nur deshalb, weil ſie meiſtens von angeblichen „Darwiniſten" ausgehen, und zwar gerade von ſolchen, die den Darwinismus ſelbſt in ganz dogmatiſcher Weiſe auffaſſen, und als echte Orthodoxe jede Abweichung von dem Buchſtaben Darwin's als eine Geſetzesübertretung verurtheilen.

Der Name Darwin bezeichnet gewiß, wie ich ſelbſt vielfach hervorgehoben habe, einen höchſt wichtigen, ja den bisher wichtigſten Fortſchritt in der Geſchichte der Entwickelungslehre, und ſomit überhaupt der menſchlichen Erkenntniß. Der Darwinismus iſt aber weder der Anfang noch das Ende der Entwickelungstheorie; er iſt weit davon entfernt, eine Schranke des weiteren Fortſchritts oder gar einen endgültigen Abſchluß derſelben zu bedeuten. Wie jeder mächtige Fortſchritt in der Wiſſenſchaft ſofort wieder eine neue Quelle zu zahlreichen weiteren Fortſchritten bildet, ſo giebt auch Darwin's Selectionstheorie unmittelbar die Veranlaſſung zu bedeutenden Erweiterungen der univerſalen Entwickelungstheorie, und als die nächſtliegende Erweiterung iſt daraus meine Phylogenie entſprungen. Wenn demnach die orthodoxen Darwiniſten mir vorwerfen, daß ich „viel zu weit gehe", daß ich „Darwiniſtiſcher ſei, als Darwin ſelbſt", daß ich „dem eigentlichen Darwinismus durch meinen Radicalismus ſchade", und dergleichen mehr, ſo erblicke ich darin nur das unfreiwillige Zugeſtändniß, daß ich die Entwickelungstheorie über die von Darwin

inne gehaltenen Grenzen hinaus erweitert, und die wichtigsten Consequenzen derselben zu ziehen nicht gescheut habe. Was speciell den Vorwurf des Radicalismus betrifft, so ist er gleichbedeutend mit dem der Consequenz. Radicales Denken ist consequentes Denken, das sich durch keine Schranke des überlieferten Herkommens und des aufgedrungenen Dogma hemmen läßt. Wenn ich freilich erwäge, wie selten logisches Denken überhaupt ist, wie viel seltener aber noch mit demselben sich der Muth der äußersten Consequenz verbindet, so darf ich mir nicht versprechen, mit meiner consequenten Durchführung der Entwickelungstheorie viele Freunde zu finden.

Dagegen kann ich wohl für die genealogischen Hypothesen, die in meinen Stammbäumen niedergelegt sind, zum mindesten das Wort Goethe's in Anspruch nehmen: „Eine schlechte Hypothese ist besser als gar keine." Ich freue mich, in dieser Beziehung zu meinen Gunsten auch ein Wort von dem ersten Zoologen Englands anführen zu können. In der ausführlichen Besprechung meiner Schöpfungsgeschichte, welche Huxley in den ersten Nummern der neuen Zeitschrift Academy (vom 9. October und 13. November 1869) gegeben hat, sagt derselbe: „Whether one agrees or disagrees with Haeckel, on feels that he has forced the mind into lines of thought, in which it is more profitable to go wrong, than to stand still." Das ist gewiß, daß noch keine große wissenschaftliche Entdeckung, noch keine mächtig fördernde Theorie sogleich fertig und in allen Einzelheiten ausgeführt in die Welt gesprungen ist, wie Minerva aus dem Haupte des Jupiter. Auch die Theorien müssen ihre Entwickelung durchmachen. Wenn das aber von allen großen Theorien überhaupt gilt, um wie viel mehr von der größten unter allen, von der Entwickelungslehre!

Nicht minder als der vierte ist auch der fünfte und letzte Abschnitt der Schöpfungsgeschichte, der anthropogenetische Theil (XXII.—XXIV. Vortrag) umgearbeitet und bereichert worden. Insbesondere habe ich im XXII. Vortrage die hypothetische Ahnenreihe oder Vorfahrenkette des Menschen möglichst bestimmt in so weit festzustellen ge-

ſucht, als es der gegenwärtige Zuſtand der vergleichenden Anatomie und Ontogenie geſtattet. Sodann iſt die Frage von den „Arten" und „Raſſen" des Menſchengeſchlechts, ſowie von ihrer Wanderung und Ausbreitung über die Erde, ausführlicher behandelt worden, ſo daß es nöthig wurde, einen beſonderen neuen Vortrag (XXIII.) daraus zu bilden. Von den Tafeln, welche dieſem Vortrage hinzugefügt wurden, ſowie von den zahlreichen anderen Illuſtrationen, mit denen die zweite Auflage bereichert worden iſt, hoffe ich, daß ſie das Verſtändniß der vorgetragenen Thatſachen für den Laien bedeutend erleichtern werden.

Schließlich iſt es wohl geſtattet, noch ein paar Worte der Vertheidigung gegenüber denjenigen beiden Vorwürfen zu ſagen, welche am häufigſten und mit der Berechnung der größten Wirkung gegen die Entwickelungslehre im Allgemeinen und gegen meine Darſtellung derſelben im Beſonderen erhoben werden. Das ſind die Vorwürfe des Materialismus und des Atheismus. Bei dem argen Mißbrauche, der mit dieſen vieldeutigen Worten zur Verdächtigung unſerer Wiſſenſchaft getrieben wird, dienen vielleicht die folgenden Worte für manchen ehrlichen Leſer zur Aufklärung und Verſtändigung.

Was zunächſt den „Materialismus" betrifft, ſo habe ich, unter Berufung auf das S. 32 darüber Bemerkte, nur den Wunſch zu wiederholen, daß unſere ſogenannten „gebildeten Kreiſe" endlich einmal aufhören mögen, ſich durch die Zweideutigkeit dieſes Stichwortes täuſchen und irre führen zu laſſen. Es iſt doch wahrlich nicht ſchwer, bei einem unbefangenen Blick in Leben und Geſchichte gewahr zu werden, daß der gewiß ganz verwerfliche „ethiſche oder ſittliche Materialismus" ganz und gar Nichts mit dem von uns vertretenen „wiſſenſchaftlichen oder naturphiloſophiſchen Materialismus" zu thun hat. Im Gegentheil ſchließen ſich Beide gewöhnlich geradezu aus. Die praktiſch-materialiſtiſchen Tendenzen, das haſtige Streben nach materiellen Glücksgütern und raffinirtem Lebensgenuß, und die daraus folgende ſittliche Entartung findet ſich grade in denjenigen Kreiſen der Geſellſchaft am ſtärkſten entwickelt, welche am breiteſten ihre religiöſe

Frömmigkeit zur Schau tragen und welche dagegen von der Natur und ihrem Wesen Nichts wissen, sich also auch keine philosophisch-materialistischen Gedanken darüber machen können. Umgekehrt findet sich dieser ethische Materialismus grade am wenigsten bei den materialistischen Philosophen ausgebildet. Wenn diese wirklich materiellen Vortheilen und Genüssen nachjagten, könnten sie wahrlich etwas Zweckmäßigeres und Vortheilhafteres thun, als ihre innersten Ueberzeugungen ehrlich auszusprechen, und ihre sociale Stellung denselben zum Opfer zu bringen; denn sie wissen im Voraus, daß sie den herrschenden Vorurtheilen gegenüber nur materielle Nachtheile und persönliche Angriffe dafür zu erwarten haben.

Wir müssen daher ernstlich verlangen, daß man endlich aufhöre, unsere materialistische Philosophie mittelst jenes Kunstgriffes zu verdächtigen. Auch ist die Bezeichnung „materialistisch" gar nicht einmal für dieselbe zutreffend; man könnte sie eben so gut consequent spiritualistisch nennen. Denn wir sind mit Goethe nicht im Stande, uns eine Materie ohne Geist, und umgekehrt einen Geist ohne Materie, überhaupt irgend faßbar vorzustellen. Sehr richtig bemerkt in dieser Beziehung der treffliche August Schleicher: „Die Richtung des Denkens der Neuzeit läuft unverkennbar auf Monismus hinaus. Der Dualismus, fasse man ihn nun als Gegensatz von Geist und Natur, Inhalt und Form, Wesen und Erscheinung, oder wie man ihn sonst bezeichnen mag, ist für die naturwissenschaftliche Anschauung unserer Tage ein vollkommen überwundener Standpunkt. Für diese giebt es keine Materie ohne Geist (ohne die sie bestimmende Nothwendigkeit), aber eben so wenig auch Geist ohne Materie. Oder vielmehr es giebt weder Geist noch Materie im gewöhnlichen Sinne, sondern nur eines, das beides zugleich ist. Diese auf Beobachtung beruhende Ansicht des Materialismus zu beschuldigen, ist eben so verkehrt, als wollte man sie des Spiritualismus zeihen."

Nicht anders als mit dem „Materialismus" verhält es sich mit dem „Atheismus", den man unserer Entwickelungslehre so häufig zum Vorwurf macht, und den insbesondere die „Kirche" als Grund

zur entſchiedenſten Kriegserklärung gegen dieſelbe anführt. Die Entwickelungstheorie theilt dieſen Vorwurf mit allen großen Eroberungen der menſchlichen Vernunft, und ſehr treffend bemerkt daher der große engliſche Geologe Lyell: „Es wird hiermit gehen, wie immer, wenn eine neue und überraſchende wiſſenſchaftliche Wahrheit entdeckt wird: die Menſchen ſagen zuerſt: „Es iſt nicht wahr!“ alsdann: „Es ſtreitet gegen die Religion“ und zuletzt: „Das hat man ſchon lange gewußt!“

Um das Verhältniß der Religion zur Naturwiſſenſchaft und insbeſondere zur „Schöpfungsgeſchichte“ richtig zu beurtheilen, muß man ſich ſtets erinnern, daß die religiöſen Vorſtellungen unter den zahlreichen Menſchen-Arten und -Raſſen, Völkerſchaften und Stämmen ſo weit aus einander gehen, als es nur möglich iſt. Jede von dieſen kleineren und größeren Menſchengruppen hat ihre eigene Gottesvorſtellung. Jede behauptet, daß ihre Religion die allein wahre ſei, und jede behauptet dies mit gleichem Recht oder Unrecht; jede giebt alle anderen Religionen für falſch aus und hält deren Anhänger für Irrgläubige oder Ungläubige, Ketzer oder Atheiſten. Unter den höher entwickelten Menſchenarten aber, beſonders den Mongolen und Mittelländern, und unter den letzteren wieder vorzugsweiſe bei den Semiten und Indogermanen, geht naturgemäß die Differenzirung der religiöſen Vorſtellungen noch viel weiter. Entſprechend der Differenzirung der übrigen Vorſtellungen hat hier jedes ſelbſtſtändig und hoch entwickelte Individuum, jede originelle Perſon, ihre eigene Religion, ihren eigenen Gott. Es iſt demnach gewiß nicht anmaßend, wenn wir auch für uns das Recht fordern, uns unſere eigene Gottesvorſtellung, unſere eigene Religion bilden zu dürfen. Entſprechend unſerer fortgeſchrittenen Naturerkenntniß und unſerer unerſchütterlichen Ueberzeugung von der Wahrheit der Entwickelungstheorie kann aber dieſe Religion nur eine Naturreligion ſein, welche mit jenen empiriſch erkannten Wahrheiten im Einklang iſt.

Nun haben wir aus allen uns bekannten Thatſachen und Erſcheinungen der Natur die feſte Ueberzeugung von einem einheitlichen Grunde derſelben, und namentlich von der vollſtändigen Einheit

der organiſchen und anorganiſchen Natur gewonnen. Unſere Plaſtidentheorie und Kohlenſtofftheorie (S. 281—310) füllt vollſtändig die unnatürliche Kluft aus, welche man früher zwiſchen organiſcher oder belebter und anorganiſcher oder todter Natur aufrecht erhielt. Alle Natur iſt für uns belebt, d. h. von göttlichem Geiſt, von Geſetz, von Nothwendigkeit durchdrungen. Wir kennen keine Materie ohne dieſen göttlichen Geiſt, keinen Geiſt ohne Materie. Wer dagegen von einer geiſtloſen und rohen Materie ſpricht, der beweiſt damit nur die Geiſtloſigkeit und Rohheit ſeiner eigenen Anſchauungen von der Materie.

Wenn unſere Gegner dieſe einheitliche Anſchauung von Natur und Gott als „pantheiſtiſch" verwerfen, und dagegen ihre eigene, die jetzt noch herrſchende Gottesvorſtellung als reinen Monotheismus preiſen, ſo iſt es leicht zu zeigen, daß dieſer angebliche Monotheismus in Wahrheit ein dualiſtiſcher Amphitheismus iſt. Denn nach ihrer Anſchauung muß man nothwendig mindeſtens zwei gänzlich verſchiedene Naturgebiete annehmen, eine anorganiſche, lebloſe Natur, in der die feſten Geſetze der ewigen Nothwendigkeit herrſchen, und eine organiſche, belebte Natur, in welcher die launenhafte Willkür eines perſönlichen Schöpfers gebietet. Dort geſchieht Alles durch nothwendig wirkende Urſachen (Causae efficientes), hier dagegen außerdem noch durch zweckthätige Urſachen (Causae finales); dort giebt es nur Wirkungen in Folge von Urſachen, hier dagegen auch ohne Urſachen.

Indem wir nun dieſe dualiſtiſche Naturanſchauung und die damit verbundene amphitheiſtiſche Gottesvorſtellung verwerfen, indem wir vielmehr die Einheit der geſammten Natur und des darin überall wirkſamen göttlichen Geiſtes anerkennen, verlieren wir zwar die Hypotheſe eines perſönlichen Schöpfers, gewinnen aber dafür die unzweifelhaft erhabenere und vollkommenere Vorſtellung eines das All durchdringenden und erfüllenden göttlichen Geiſtes. Nach unſerer innerſten Ueberzeugung iſt dieſe Vorſtellung (conſequent durchgeführt!) allein im Stande, den noch beſtehenden Gegenſatz von Realismus und Idealismus, Materialismus und Spiritualismus zu verſöhnen, und in der höheren Vorſtellungsweiſe des Monismus zu verſchmelzen.

Wenn man dieſen Monismus, der unſere ganze „natürliche Schöpfungsgeſchichte" durchdringt, als „Pantheismus" verketzern will, ſo werden wir uns über dieſen Vorwurf mit Giordano Bruno und Spinoza, mit Leſſing und Goethe tröſten müſſen, und können dagegen nichts Beſſeres erwidern, als was Goethe in einem kürzlich veröffentlichten Briefe an den Amphitheiſten F. H. Jacobi ſchrieb (Weſtermanns Monatshefte, März 1870, S. 646): „Was ihr lieben Leute mit dem „außer der Welt exiſtirenden" Gotte wollt, begreife ich nicht; exiſtirt Gott nicht in der Welt, überall in der Welt, und zwar überall ungemeſſen ganz und untheilbar (denn die ganze Welt iſt nur eine Erſcheinung ſeiner Größe für uns erſcheinende Geſtalten), ſo exiſtirt er nirgend. Außer der Welt iſt kein Raum: der Raum wird nur, indem für uns eine Welt wird, als Abſtraction einer Erſcheinung. Eingeſchränkte Perſonalität paßt aufs unendliche Weſen eben ſo wenig, da Perſon bei uns nur durch Einſchränkung wird, als eine Art Modus, oder als ein mit einem Wahn der Einheit wirkendes Aggregat von Weſen. In Gott fällt dieſer Wahn weg: Er iſt das höchſte, lebendigſte, thätigſte Eins — nicht in allen Dingen, als ob die was außer ihm wären, ſondern durch alle Dinge, die nur als ſinnliche Darſtellung für ſinnliche Geſchöpfe erſcheinen." —

„Was wär' ein Gott, der nur von außen ſtieße,
„Im Kreis das All am Finger laufen ließe!
„Ihm ziemt's, die Welt im Innern zu bewegen,
„Natur in Sich, Sich in Natur zu hegen,
„So daß, was in Ihm lebt und webt und iſt,
„Nie Seine Kraft, nie Seinen Geiſt vermißt."

Jena, am 3ten Mai 1870.

Ernſt Heinrich Haeckel.

Die Natur.

Natur! Wir ſind von ihr umgeben und umſchlungen — unvermögend aus ihr herauszutreten, und unvermögend, tiefer in ſie hinein zu kommen. Ungebeten und ungewarnt nimmt ſie uns in den Kreislauf ihres Tanzes auf und treibt ſich mit uns fort, bis wir ermüdet ſind und ihrem Arme entfallen.

Sie ſchafft ewig neue Geſtalten; was da iſt, war noch nie; was war, kommt nicht wieder: Alles iſt neu und doch immer das Alte.

Sie ſcheint alles auf Individualität angelegt zu haben, und macht ſich Nichts aus den Individuen. Sie baut immer und zerſtört immer, und ihre Werkſtätte iſt unzugänglich.

Sie lebt in lauter Kindern; und die Mutter, wo iſt ſie? Sie iſt die einzige Künſtlerin: aus dem ſimpelſten Stoffe zu den größten Contraſten; ohne Schein der Anſtrengung zu der größten Vollendung; zur genaueſten Beſtimmtheit, immer mit etwas Weichem überzogen. Jedes ihrer Werke hat ein eigenes Weſen, jede ihrer Erſcheinungen den iſolirteſten Begriff, und doch macht alles Eins aus.

Es iſt ein ewiges Leben, Werden und Bewegen in ihr, und doch rückt ſie nicht weiter. Sie verwandelt ſich ewig, und iſt kein Moment Stillſtehen in ihr. Für's Bleiben hat ſie keinen Begriff, und ihren Fluch hat ſie an's Stillſtehen gehängt. Sie iſt feſt: ihr Tritt iſt gemeſſen, ihre Ausnahmen ſelten, ihre Geſetze unwandelbar.

Sie läßt jedes Kind an ihr künſteln, jeden Thoren über ſie richten, tauſende ſtumpf über ſie hingehen und nichts ſehen, und hat an allen ihre Freude und findet bei allen ihre Rechnung.

Man gehorcht ihren Geſetzen, auch wenn man ihnen widerſtrebt; man wirkt mit ihr, auch wenn man gegen ſie wirken will. Sie macht Alles, was ſie giebt, zur Wohlthat; denn ſie macht es erſt unentbehrlich. Sie ſäumt, daß man ſie verlange; ſie eilt, daß man ſie nicht ſatt werde.

Sie hat keine Sprache noch Rede, aber ſie ſchafft Zungen und Herzen, durch die ſie fühlt und ſpricht. Ihre Krone iſt die Liebe; nur durch ſie kommt man ihr nahe. Sie macht Klüfte zwiſchen allen Weſen, und Alles will ſie verſchlingen. Sie hat alles iſolirt, um alles zuſammen zu ziehen. Durch ein paar Züge aus dem Becher der Liebe hält ſie für ein Leben voll Mühe ſchadlos.

Sie iſt alles. Sie belohnt ſich ſelbſt und beſtraft ſich ſelbſt, erfreut und quält ſich ſelbſt. Sie iſt rauh und gelinde, lieblich und ſchrecklich, kraftlos und allgewaltig. Alles iſt immer da in ihr. Vergangenheit und Zukunft kennt ſie nicht. Gegenwart iſt ihr Ewigkeit. Sie iſt gütig. Ich preiſe ſie mit allen ihren Werken. Sie iſt weiſe und ſtill. Man reißt ihr keine Erklärung vom Leibe, trutzt ihr kein Geſchenk ab, das ſie nicht freiwillig giebt. Sie iſt liſtig, aber zu gutem Ziele, und am beſten iſt's, ihre Liſt nicht zu merken.

Sie iſt ganz, und doch immer unvollendet. So wie ſie's treibt, kann ſie's immer treiben. Jedem erſcheint ſie in einer eigenen Geſtalt. Sie verbirgt ſich in tauſend Namen und Termen, und iſt immer dieſelbe.

Sie hat mich hereingeſtellt, ſie wird mich auch herausführen. Ich vertraue mich ihr. Sie mag mit mir ſchalten; ſie wird ihr Werk nicht haſſen. Ich ſprach nicht von ihr; nein, was wahr iſt und was falſch iſt, alles hat ſie geſprochen. Alles iſt ihre Schuld, alles iſt ihr Verdienſt.

Goethe (1780).

Erſter Vortrag.

Inhalt und Bedeutung der Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie.

Allgemeine Bedeutung und weſentlicher Inhalt der von Darwin reformirten Abſtammungslehre oder Deſcendenztheorie. Beſondere Bedeutung derſelben für die Biologie (Zoologie und Botanik), für die mechaniſche Erklärung der organiſchen Naturerſcheinungen. Beſondere Bedeutung derſelben für die Anthropologie, für die natürliche Entwickelungsgeſchichte des Menſchengeſchlechts. Die Abſtammungslehre als natürliche Schöpfungsgeſchichte. Begriff der Schöpfung. Wiſſen und Glauben. Schöpfungsgeſchichte und Entwickelungsgeſchichte. Zuſammenhang der individuellen und paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte. Unzweckmäßigkeitslehre oder Wiſſenſchaft von den rudimentären Organen. Unnütze und überflüſſige Einrichtungen im Organismus. Gegenſatz der beiden grundverſchiedenen Weltanſchauungen, der moniſtiſchen (mechaniſchen, cauſalen) und der dualiſtiſchen (teleologiſchen, vitalen). Begründung der erſteren durch die Abſtammungslehre. Einheit der organiſchen und anorganiſchen Natur, und Gleichheit der wirkenden Urſachen in Beiden. Bedeutung der Abſtammungslehre für die einheitliche (moniſtiſche) Auffaſſung der ganzen Natur.

Meine Herren! Die geiſtige Bewegung, zu welcher der engliſche Naturforſcher Charles Darwin vor elf Jahren durch ſein berühmtes Werk „über die Entſtehung der Arten“ [1]) den Anſtoß gab, hat während dieſes kurzen Zeitraums einen Umfang angenommen, der die allgemeinſte Theilnahme erregen muß. Allerdings iſt die in jenem Werke dargeſtellte naturwiſſenſchaftliche Theorie, welche man gewöhnlich kurzweg die Darwin'ſche Theorie oder den Darwinismus nennt, nur ein geringer Bruchtheil einer viel umfaſſenderen Lehre, nämlich

der universalen Entwickelungs-Theorie, welche ihre unermeßliche Bedeutung über das ganze Gebiet aller menschlichen Wissenschaft erstreckt. Allein die Art und Weise, in welcher Darwin die letztere durch die erstere fest begründet hat, ist so umfassend, und die entscheidende Wendung, welche durch die nothwendigen Folgeschlüsse jener Theorie in der gesammten Weltanschauung der Menschheit angebahnt worden ist, muß jedem tiefer denkenden Menschen so gewaltig erscheinen, daß man ihre allgemeine Bedeutung nicht hoch genug anschlagen kann. Ohne Zweifel muß diese ungeheure Erweiterung unseres menschlichen Gesichtskreises unter allen den zahlreichen und großartigen Fortschritten, welche die Naturwissenschaft in unserer Zeit gemacht hat, als der bei weitem folgenreichste und wichtigste angesehen werden.

Wenn man unser Jahrhundert mit Recht das Zeitalter der Naturwissenschaften nennt, wenn man mit Stolz auf die unermeßlich bedeutenden Fortschritte in allen Zweigen derselben blickt, so pflegt man dabei gewöhnlich weniger an die Erweiterung unserer allgemeinen Naturerkenntniß, als vielmehr an die unmittelbaren praktischen Erfolge jener Fortschritte zu denken. Man erwägt dabei die völlige und unendlich folgenreiche Umgestaltung des menschlichen Verkehrs, welche durch das entwickelte Maschinenwesen, durch die Eisenbahnen, Dampfschiffe, Telegraphen und andere Erfindungen der Physik hervorgebracht worden ist. Oder man denkt an den ungeheuren Einfluß, welchen die Chemie in der Heilkunst, in der Landwirthschaft, in allen Künsten und Gewerben gewonnen hat. Wie hoch Sie aber auch diesen Einfluß der neueren Naturwissenschaft auf das praktische Leben anschlagen mögen, so muß derselbe, von einem höheren und allgemeineren Standpunkt aus gewürdigt, doch unbedingt hinter dem ungeheuren Einfluß zurückstehen, welchen die theoretischen Fortschritte der heutigen Naturwissenschaft auf die gesammte Erkenntniß des Menschen, auf seine ganze Weltanschauung und die Vervollkommnung seiner Bildung nothwendig gewinnen werden. Denken Sie nur an den unermeßlichen Umschwung aller unserer theoretischen Anschauungen, welchen wir der allgemeinen Anwendung des Mikroskops verdanken. Denken Sie

allein an die Zellentheorie, die uns die scheinbare Einheit des menschlichen Organismus als das zusammengesetzte Resultat aus der staatlichen Verbindung einer Masse elementarer Lebenseinheiten, der Zellen, nachweist. Oder erwägen Sie die ungeheure Erweiterung unseres theoretischen Gesichtskreises, welche wir der Spectral-Analyse und der Lehre von der Wärme-Mechanik verdanken. Unter allen diesen bewunderungswürdigen theoretischen Fortschritten nimmt aber jedenfalls die von Darwin ausgebildete Theorie bei Weitem den höchsten Rang ein.

Jeder von Ihnen wird den Namen Darwins gehört haben. Aber die Meisten von Ihnen werden wahrscheinlich nur unvollkommene Vorstellungen von dem eigentlichen Werth seiner Lehre besitzen. Denn wenn man Alles vergleicht, was seit dem Erscheinen von Darwins epochemachendem Werk über dasselbe geschrieben worden ist, so muß demjenigen, der sich nicht näher mit den organischen Naturwissenschaften befaßt hat, der nicht in die inneren Geheimnisse der Zoologie und Botanik eingedrungen ist, der Werth jener Theorie sehr zweifelhaft erscheinen. Die Beurtheilung derselben ist so widerspruchsvoll, größtentheils so mangelhaft, daß es uns nicht Wunder nehmen darf, wenn noch jetzt, elf Jahre nach dem Erscheinen von Darwins Werk, dasselbe nicht entfernt die Bedeutung erlangt hat, welche ihm von Rechtswegen gebührt, und welche es jedenfalls früher oder später erlangen wird. Die allermeisten von den zahllosen Schriften, welche für und gegen den Darwinismus während dieses Decenniums veröffentlicht wurden, sind von Leuten geschrieben worden, denen der dazu erforderliche Grad von biologischer, und besonders von zoologischer Bildung durchaus fehlt. Obwohl fast alle bedeutenderen Naturforscher der Gegenwart jetzt zu den Anhängern jener Theorie gehören, haben doch nur wenige derselben Geltung und Verständniß in weiteren Kreisen zu verschaffen gesucht. Daher rühren die befremdenden Widersprüche und die seltsamen Urtheile, die man noch heute allenthalben über den Darwinismus hören kann. Gerade dieser Umstand ist es, welcher mich vorzugsweise bestimmt, die Darwinsche Theorie

und die damit zusammenhängenden weiteren Lehren zum Gegenstand dieser allgemein verständlichen Vorträge zu machen. Ich halte es für die Pflicht der Naturforscher, daß sie nicht allein in dem engeren Kreise, den ihre Fachwissenschaft ihnen vorschreibt, auf Verbesserungen und Entdeckungen sinnen, daß sie sich nicht allein in das Studium des Einzelnen mit Liebe und Sorgfalt vertiefen, sondern daß sie auch die wichtigen, allgemeinen Resultate ihrer besonderen Studien für das Ganze nutzbar machen, und daß sie naturwissenschaftliche Bildung im ganzen Volke verbreiten helfen. Der höchste Triumph des menschlichen Geistes, die wahre Erkenntniß der allgemeinsten Naturgesetze, darf nicht das Privateigenthum einer privilegirten Gelehrtenkaste bleiben, sondern muß Gemeingut der ganzen Menschheit werden.

Die Theorie, welche durch Darwin an die Spitze unserer Naturerkenntniß gestellt worden ist, pflegt man gewöhnlich als Abstammungslehre oder Descendenztheorie zu bezeichnen. Andere nennen sie Umbildungslehre oder Transmutationstheorie. Beide Bezeichnungen sind richtig. Denn diese Lehre behauptet, daß alle verschiedenen Organismen (d. h. alle Thierarten und alle Pflanzenarten, welche jemals auf der Erde gelebt haben, und noch jetzt leben), von einer einzigen oder von wenigen höchst einfachen Stammformen abstammen, und daß sie sich aus diesen auf dem natürlichen Wege allmählicher Umbildung entwickelt haben. Obwohl diese Entwickelungstheorie schon im Anfange unseres Jahrhunderts von verschiedenen großen Naturforschern, insbesondere von Lamarck[2]) und Goethe[3]), aufgestellt und vertheidigt wurde, hat sie doch erst vor elf Jahren durch Darwin ihre vollständige Ausbildung und ihre ursächliche Begründung erfahren, und das ist der Grund, weshalb sie jetzt gewöhnlich ausschließlich (obwohl nicht ganz richtig) als Darwins Theorie bezeichnet wird.

Der hohe und wirklich unschätzbare Werth der Abstammungslehre erscheint in einem verschiedenen Lichte, je nachdem Sie bloß deren nähere Bedeutung für die organische Naturwissenschaft, oder

aber ihren weiteren Einfluß auf die gesammte Welterkenntniß des Menschen in Betracht ziehen. Die organische Naturwissenschaft oder die Biologie, welche als Zoologie die Thiere, als Botanik die Pflanzen zum Gegenstand ihrer Erkenntniß hat, wird durch die Abstammungslehre von Grund aus umgestaltet und neu begründet. Denn die Descendenztheorie macht uns mit den wirkenden Ursachen der organischen Formerscheinungen bekannt, während die bisherige Thier- und Pflanzenkunde sich bloß mit den Thatsachen dieser Erscheinungen beschäftigte. Man kann daher auch die Abstammungslehre als die mechanische Erklärung der organischen Formerscheinungen, oder als „die Lehre von den wahren Ursachen in der organischen Natur" bezeichnen.

Da ich nicht voraussetzen kann, daß Ihnen Allen die Ausdrücke „organische und anorganische Natur" geläufig sind, und da uns die Gegenüberstellung dieser beiderlei Naturkörper in der Folge noch vielfach beschäftigen wird, so muß ich ein paar Worte zur Verständigung darüber vorausschicken. Organismen oder organische Naturkörper nennen wir alle Lebewesen oder belebten Körper, also alle Pflanzen und Thiere, den Menschen mit inbegriffen, weil bei ihnen fast immer eine Zusammensetzung aus verschiedenartigen Theilen (Werkzeugen oder „Organen") nachzuweisen ist, welche zusammenwirken, um die Lebenserscheinungen hervorzubringen. Eine solche Zusammensetzung vermissen wir dagegen bei den Anorganen oder anorganischen Naturkörpern, den sogenannten todten oder unbelebten Körpern, den Mineralien oder Gesteinen, dem Wasser, der atmosphärischen Luft u. s. w. Die Organismen enthalten stets eiweißartige Kohlenstoffverbindungen in festflüssigem Aggregatzustande, während diese den Anorganen stets fehlen. Auf diesem wichtigen Unterschiede beruht die Eintheilung der gesammten Naturwissenschaft in zwei große Hauptabtheilungen, die Biologie oder Wissenschaft von den Organismen (Zoologie und Botanik), und die Anorganologie oder Wissenschaft von den Anorganen (Mineralogie, Geologie, Meteorologie u. s. w.)

Digitized by Google

Der unſchätzbare Werth der Abſtammungslehre für die Biologie liegt alſo, wie bemerkt, darin, daß ſie uns die Entſtehung der organiſchen Formen auf mechaniſchem Wege erklärt, und deren wirkende Urſachen nachweiſt. So hoch man aber auch mit Recht dieſes Verdienſt der Deſcendenztheorie anſchlagen mag, ſo tritt daſſelbe doch faſt zurück vor der unermeßlichen Bedeutung, welche eine einzige nothwendige Folgerung derſelben für ſich allein in Anſpruch nimmt. Dieſe nothwendige und unvermeidliche Folgerung iſt die Lehre von der thieriſchen Abſtammung des Menſchengeſchlechts.

Die Beſtimmung der Stellung des Menſchen in der Natur und ſeiner Beziehungen zur Geſammtheit der Dinge, dieſe Frage aller Fragen für die Menſchheit, wie ſie Huxley[26]) mit Recht nennt, wird durch jene Erkenntniß der thieriſchen Abſtammung des Menſchengeſchlechts endgültig gelöſt. Wir gelangen alſo in Folge der von Darwin reformirten Deſcendenztheorie zum erſten Male in die Lage, eine natürliche Entwickelungsgeſchichte des Menſchengeſchlechts wiſſenſchaftlich begründen zu können. Sowohl alle Vertheidiger, als alle denkenden Gegner Darwins haben anerkannt, daß die Abſtammung des Menſchengeſchlechts zunächſt von affenartigen Säugethieren, weiterhin aber von niederen Wirbelthieren, mit Nothwendigkeit aus ſeiner Theorie folgt.

Allerdings hat Darwin dieſe wichtigſte von allen Folgerungen ſeiner Lehre nicht ſelbſt ausgeſprochen. In ſeinem ganzen Buche findet ſich kein Wort von der thieriſchen Abſtammung des Menſchen. Vermuthlich ging der eben ſo vorſichtige als kühne Naturforſcher abſichtlich mit Stillſchweigen darüber hinweg, weil er vorausſah, daß dieſer bedeutendſte von allen Folgeſchlüſſen der Abſtammungslehre zugleich das bedeutendſte Hinderniß für die Verbreitung und Anerkennung derſelben ſein werde. Gewiß hätte Darwins Buch von Anfang an noch weit mehr Widerſpruch und Aergerniß erregt, wenn ſogleich dieſe wichtigſte Konſequenz darin klar ausgeſprochen worden wäre. Jetzt dagegen, wo die Deſcendenztheorie bereits auf unerſchütterlich feſten Füßen ſteht, wo faſt alle denkenden Naturforſcher von allgemeinerer

Bildung und weiterem Blick offen oder ſtillſchweigend dieſelbe anerkannt haben, wird uns nichts mehr hindern können, auch jenen äußerſt bedeutſamen Folgeſchluß derſelben offen zu erörtern, und die ſegensreichen Wirkungen, welche er auf die fortſchreitende Entwickelung des Menſchengeſchlechts ausüben wird, in Betracht zu ziehen. Offenbar iſt die Tragweite dieſer Folgerung ganz unermeßlich, und keine Wiſſenſchaft wird ſich den Konſequenzen derſelben entziehen können. Die Anthropologie oder die Wiſſenſchaft vom Menſchen wird in allen einzelnen Zweigen dadurch von Grund aus umgeſtaltet.

Es wird erſt die ſpätere Aufgabe meiner Vorträge ſein, dieſen beſonderen Punkt zu erörtern. Ich werde die Lehre von der thieriſchen Abſtammung des Menſchen erſt behandeln, nachdem ich Ihnen Darwins Theorie in ihrer allgemeinen Begründung und Bedeutung vorgetragen habe. Um es mit einem Worte auszudrücken, ſo iſt jene äußerſt bedeutende, aber die meiſten Menſchen von vorn herein abſtoßende Folgerung nichts weiter als ein beſonderer Deduktionsſchluß, den wir aus dem allgemeinen Induktionsgeſetz der Deſcendenztheorie nothwendig ziehen müſſen.

Vielleicht iſt Nichts geeigneter, Ihnen die ganze und volle Bedeutung der Abſtammungslehre mit zwei Worten klar zu machen, als die Bezeichnung derſelben mit dem Ausdruck: „Natürliche Schöpfungsgeſchichte.“ Ich habe daher auch ſelbſt dieſe Bezeichnung für die folgenden Vorträge gewählt. Jedoch iſt dieſelbe nur in einem gewiſſen Sinne richtig, und es iſt zu berückſichtigen, daß, ſtreng genommen, der Ausdruck „natürliche Schöpfungsgeſchichte“ einen inneren Widerſpruch, eine „Contradictio in adjecto“ einſchließt.

Laſſen Sie uns, um dies zu verſtehen, einen Augenblick den Begriff der Schöpfung etwas näher ins Auge faſſen. Wenn man unter Schöpfung die Entſtehung eines Körpers durch eine ſchaffende Gewalt oder Kraft verſteht, ſo kann man dabei entweder an die Entſtehung ſeines Stoffes (der körperlichen Materie) oder an die Entſtehung ſeiner Form (der körperlichen Geſtalt) denken.

Die Schöpfung im ersteren Sinne, als die Entstehung der Materie, geht uns hier gar nichts an. Dieser Vorgang, wenn er überhaupt jemals stattgefunden hat, ist gänzlich der menschlichen Erkenntniß entzogen, und kann daher auch niemals Gegenstand naturwissenschaftlicher Erforschung sein. Die Naturwissenschaft hält die Materie für ewig und unvergänglich, weil durch die Erfahrung noch niemals das Entstehen und Vergehen auch nur des kleinsten Theilchens der Materie nachgewiesen worden ist. Da wo ein Naturkörper zu verschwinden scheint, wie z. B. beim Verbrennen, beim Verwesen, beim Verdunsten u. s. w., da ändert er nur seine Form, seinen physikalischen Aggregatzustand oder seine chemische Verbindungsweise. Ebenso beruht das Entstehen eines neuen Naturkörpers, z. B. eines Krystalles, eines Pilzes, eines Infusoriums, nur darauf, daß verschiedene Stofftheilchen, welche vorher in einer gewissen Form oder Verbindungsweise existirten, in Folge von veränderten Existenz-Bedingungen eine neue Form oder Verbindungsweise annehmen. Aber noch niemals ist ein Fall beobachtet worden, daß auch nur das kleinste Stofftheilchen aus der Welt verschwunden, oder nur ein Atom zu der bereits vorhandenen Masse hinzugekommen ist. Der Naturforscher kann sich daher ein Entstehen der Materie ebenso wenig als ein Vergehen derselben vorstellen, und betrachtet deshalb die in der Welt bestehende Quantität der Materie als eine gegebene Thatsache. Fühlt Jemand das Bedürfniß, sich die Entstehung dieser Materie als die Wirkung einer übernatürlichen Schöpfungsthätigkeit, einer außerhalb der Materie stehenden schöpferischen Kraft vorzustellen, so haben wir Nichts dagegen. Aber wir müssen bemerken, daß damit auch nicht das Geringste für eine wissenschaftliche Naturerkenntniß gewonnen ist. Eine solche Vorstellung von einer immateriellen Kraft, welche die Materie erst schafft, ist ein Glaubensartikel, welcher mit der menschlichen Wissenschaft gar nichts zu thun hat. Wo der Glaube anfängt, hört die Wissenschaft auf. Beide Thätigkeiten des menschlichen Geistes sind scharf von einander zu halten. Der Glaube hat seinen Ursprung in der dichtenden Einbildungskraft, das Wissen

dagegen in dem erkennenden Verstande des Menschen. Die Wissenschaft hat die segenbringenden Früchte von dem Baume der Erkenntniß zu pflücken, unbekümmert darum, ob diese Eroberungen die dichterischen Einbildungen der Glaubenschaft beeinträchtigen oder nicht.

Wenn also die Naturwissenschaft sich die „natürliche Schöpfungsgeschichte" zu ihrer höchsten, schwersten und lohnendsten Aufgabe macht, so kann sie den Begriff der Schöpfung nur in der zweiten, oben angeführten Bedeutung verstehen, als die Entstehung der Form der Naturkörper. In dieser Beziehung kann man die Geologie, welche die Entstehung der geformten anorganischen Erdoberfläche und die mannichfaltigen geschichtlichen Veränderungen in der Gestalt der festen Erdrinde zu erforschen strebt, die Schöpfungsgeschichte der Erde nennen. Ebenso kann man die Entwickelungsgeschichte der Thiere und Pflanzen, welche die Entstehung der belebten Formen, und den mannichfaltigen historischen Wechsel der thierischen und pflanzlichen Gestalten untersucht, die Schöpfungsgeschichte der Organismen nennen. Da jedoch leicht in den Begriff der Schöpfung, auch wenn er in diesem Sinne gebraucht wird, sich die unwissenschaftliche Vorstellung von einem außerhalb der Materie stehenden und dieselbe umbildenden Schöpfer einschleicht, so wird es in Zukunft wohl besser sein, denselben durch die strengere Bezeichnung der Entwickelung zu ersetzen.

Der hohe Werth, welchen die Entwickelungsgeschichte für das wissenschaftliche Verständniß der Thier- und Pflanzenformen besitzt, ist jetzt seit mehreren Jahrzehnten so allgemein anerkannt, daß man ohne sie keinen sicheren Schritt in der organischen Morphologie oder Formenlehre thun kann. Jedoch hat man fast immer unter Entwickelungsgeschichte nur einen Theil dieser Wissenschaft, nämlich diejenige der organischen Individuen oder Einzelwesen verstanden, welche gewöhnlich Embryologie, richtiger und umfassender aber Ontogenie genannt wird. Außer dieser giebt es aber auch noch eine Entwickelungsgeschichte der organischen Arten, Klassen und Stämme (Phylen), welche zu der ersteren in den wichtigsten Beziehungen steht. Das Material dafür liefert uns die Versteinerungsurkunde oder Paläonto-

Digitized by Google

logie, welche uns zeigt, daß jeder Stamm (Phylum) von Thieren und Pflanzen während der verschiedenen Perioden der Erdgeschichte durch eine Reihe von ganz verschiedenen Klassen und Arten vertreten war. So war z. B. der Stamm der Wirbelthiere durch die Klassen der Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere vertreten, und jede dieser Klassen zu verschiedenen Zeiten durch ganz verschiedene Arten. Diese paläontologische Entwickelungsgeschichte der Organismen, welche man als Stammesgeschichte oder Phylogenie bezeichnen kann, steht in den wichtigsten und merkwürdigsten Beziehungen zu dem andern Zweige der organischen Entwickelungsgeschichte, derjenigen der Individuen oder der Ontogenie. Die letztere läuft der ersteren im Großen und Ganzen parallel. Um es kurz mit einem Satze zu sagen, so ist die individuelle Entwickelungsgeschichte oder die Ontogenie eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung bedingte Wiederholung oder Rekapitulation der paläontologischen Entwickelungsgeschichte oder der Phylogenie.

Da ich Ihnen diese höchst interessante und bedeutsame Thatsache später noch ausführlicher zu erläutern habe, so will ich mich hier nicht dabei weiter aufhalten, und nur hervorheben, daß dieselbe einzig und allein durch die Abstammungslehre erklärt und in ihren Ursachen verstanden wird, während sie ohne dieselbe gänzlich unverständlich und unerklärlich bleibt. Die Descendenztheorie erklärt uns dabei zugleich, warum überhaupt die einzelnen Thiere und Pflanzen sich entwickeln müssen, warum dieselben nicht gleich in fertiger und entwickelter Form ins Leben treten. Keine übernatürliche Schöpfungsgeschichte vermag uns das große Räthsel der organischen Entwickelung irgendwie zu erklären. Ebenso wie auf diese hochwichtige Frage giebt uns die Descendenztheorie auch auf alle anderen allgemeinen biologischen Fragen vollkommen befriedigende Antworten, und zwar immer Antworten, welche rein mechanisch-causaler Natur sind, welche lediglich natürliche, physikalisch-chemische Kräfte als die Ursachen von Erscheinungen nachweisen, die man früher gewohnt war, der unmittelbaren Einwirkung übernatürlicher, schöpferischer Kräfte zuzuschreiben. Mithin wird durch

unſere Theorie aus allen Gebietstheilen der Botanik und Zoologie, und namentlich auch aus dem wichtigſten Theile der letzteren, aus der Anthropologie, der myſtiſche Schleier des Wunderbaren und Übernatürlichen entfernt, mit welchem man bisher die verwickelten Erſcheinungen dieſer natürlichen Erkenntniß-Gebiete zu verhüllen liebte. Das bunte, aber unklare Nebelbild mythologiſcher Dichtung kann vor dem klaren Sonnenlichte naturwiſſenſchaftlicher Erkenntniß nicht länger beſtehen.

Von ganz beſonderem Intereſſe ſind von jenen allgemeinen biologiſchen Phänomenen diejenigen, welche ganz unvereinbar ſind mit der gewöhnlichen Annahme, daß jeder Organismus das Produkt einer zweckmäßig bauenden Schöpferkraft ſei. Nichts hat in dieſer Beziehung der früheren Naturforſchung ſo große Schwierigkeiten verurſacht, als die Deutung der ſogenannten „rudimentären Organe", derjenigen Theile im Thier- und Pflanzenkörper, welche eigentlich ohne Leiſtung, ohne phyſiologiſche Bedeutung, und dennoch formell vorhanden ſind. Dieſe Theile erregen das allerhöchſte Intereſſe, obwohl ſie den meiſten Laien gar nicht oder nur wenig bekannt ſind. Faſt jeder Organismus, faſt jedes Thier und jede Pflanze, beſitzt neben den ſcheinbar äußerſt zweckmäßigen Einrichtungen ſeiner Geſammtorganiſation, eine Reihe von Einrichtungen, deren Zweck durchaus nicht einzuſehen iſt.

Beiſpiele davon finden ſich überall. Bei den Embryonen mancher Wiederkäuer, unter Andern bei unſerm gewöhnlichen Rindvieh, ſtehen Schneidezähne im Zwiſchenkiefer der oberen Kinnlade; welche niemals zum Durchbruch gelangen, alſo auch keinen Zweck haben. Die Embryonen mancher Wallfiſche, welche ſpäterhin die bekannten Barten ſtatt der Zähne beſitzen, tragen, ſo lange ſie noch nicht geboren ſind und keine Nahrung zu ſich nehmen, dennoch Zähne in ihren Kiefern; auch dieſes Gebiß tritt niemals in Thätigkeit. Ferner beſitzen die meiſten höheren Thiere Muskeln, die nie zur Anwendung kommen; ſelbſt der Menſch beſitzt ſolche rudimentäre Muskeln. Die Meiſten von uns ſind nicht fähig, ihre Ohren willkürlich zu bewegen, obwohl

Digitized by Google

die Muskeln für dieſe Bewegung vorhanden ſind, und obwohl es einzelnen Perſonen, die ſich andauernd Mühe geben, dieſe Muskeln zu üben, in der That gelingt, ihre Ohren zu bewegen. In dieſen noch jetzt vorhandenen, aber verkümmerten Organen, welche dem vollſtändigen Verſchwinden entgegen gehen, iſt es noch möglich, durch beſondere Uebung, durch andauernden Einfluß der Willensthätigkeit des Nervenſyſtems, die beinah erloſchene Thätigkeit wieder zu beleben. Dagegen vermögen wir dies nicht mehr an den kleinen rudimentären Ohrmuskeln, welche noch am Knorpel unſerer Ohrmuſchel vorkommen, aber immer völlig wirkungslos ſind. Bei unſeren langöhrigen Vorfahren aus der Tertiärzeit, Affen, Halbaffen und Beutelthieren, welche gleich den meiſten anderen Säugethieren ihre große Ohrmuſchel frei und lebhaft bewegten, waren jene Muskeln viel ſtärker entwickelt und von großer Bedeutung. So haben in gleicher Weiſe auch viele Spielarten der Hunde und Kaninchen, deren wilde Vorfahren ihre ſteifen Ohren vielſeitig bewegten, unter dem Einfluſſe des Kulturlebens ſich jenes „Ohrenſpitzen" abgewöhnt, und dadurch verkümmerte Ohrmuskeln und ſchlaff herabhängende Ohren bekommen.

Auch noch an anderen Stellen ſeines Körpers beſitzt der Menſch ſolche rudimentäre Organe, welche durchaus von keiner Bedeutung für das Leben ſind und niemals funktioniren. Eines der merkwürdigſten, obwohl unſcheinbarſten Organe der Art iſt die kleine halbmondförmige Falte, welche wir am inneren Winkel unſeres Auges, nahe der Naſenwurzel beſitzen, die ſogenannte „Plica semilunaris". Dieſe unbedeutende Hautfalte, die für unſer Auge gar keinen Nutzen bietet, iſt der ganz verkümmerte Reſt eines dritten, inneren Augenlides, welches neben dem oberen und unteren Augenlide bei anderen Säugethieren, bei Vögeln und Reptilien ſehr entwickelt iſt. Ja ſogar ſchon unſere uralten Vorfahren aus der Silurzeit, die Urfiſche, ſcheinen dies dritte Augenlid, die ſogenannte Nickhaut, beſeſſen zu haben. Denn viele von ihren nächſten Verwandten, die in wenig veränderter Form noch heute fortleben, viele Haifiſche nämlich, beſitzen eine ſehr

ſtarke Nickhaut, die vom inneren Augenwinkel her über den ganzen Augapfel hinüber gezogen werden kann.

Zu den ſchlagendſten Beiſpielen von rudimentären Organen gehören die Augen, welche nicht ſehen. Solche finden ſich bei ſehr vielen Thieren, welche im Dunkeln: z. B. in Höhlen, unter der Erde leben. Die Augen ſind hier oft wirklich in ausgebildetem Zuſtande vorhanden; aber ſie ſind von der Haut bedeckt, ſo daß kein Lichtſtrahl in ſie hineinfallen kann, und ſie alſo auch niemals ſehen können. Solche Augen ohne Geſichtsfunktion beſitzen z. B. mehrere Arten von unterirdiſch lebenden Maulwürfen und Blindmäuſen, von Schlangen und Eidechſen, von Amphibien (Proteus, Caecilia) und von Fiſchen; ferner zahlreiche wirbelloſe Thiere, die im Dunkeln ihr Leben zubringen: viele Käfer, Krebsthiere, Schnecken, Würmer u. ſ. w.

Eine Fülle der intereſſanteſten Beiſpiele von rudimentären Organen liefert die vergleichende Oſteologie oder Skeletlehre der Wirbelthiere, einer der anziehendſten Zweige der vergleichenden Anatomie. Bei den allermeiſten Wirbelthieren finden wir zwei Paar Gliedmaaßen am Rumpf, ein Paar Vorderbeine und ein Paar Hinterbeine. Sehr häufig iſt jedoch das eine oder das andere Paar derſelben verkümmert, ſeltener beide, wie bei den Schlangen und einigen aalartigen Fiſchen. Aber einige Schlangen, z. B. die Rieſenſchlangen (Boa, Python) haben hinten noch einige unnütze Knochenſtückchen im Leibe, welche die Reſte der verloren gegangenen Hinterbeine ſind. Eben haben die walfiſchartigen Säugethiere (Cetaceen), welche nur entwickelte Vorderbeine (Bruſtfloſſen) beſitzen, hinten im Fleiſche noch ein Paar ganz überflüſſige Knochen, welche ebenfalls Ueberbleibſel der verkümmerten Hinterbeine ſind. Daſſelbe gilt von vielen echten Fiſchen, bei denen in gleicher Weiſe die Hinterbeine (Bauchfloſſen) verloren gegangen ſind. Umgekehrt beſitzen unſere Blindſchleichen (Anguis) und einige andere Eidechſen inwendig ein vollſtändiges Schultergerüſte, obwohl die Vorderbeine, zu deren Befeſtigung daſſelbe dient, nicht mehr vorhanden ſind. Ferner finden ſich bei verſchiedenen Wirbelthieren die einzelnen Knochen der beiden Beinpaare in allen verſchiedenen Stufen der Ver-

Digitized by Google

kümmerung, und oft die rückgebildeten Knochen und die zugehörigen Muskeln ſtückweiſe erhalten, ohne doch irgendwie eine Verrichtung ausführen zu können. Das Inſtrument iſt noch da, aber es kann nicht mehr ſpielen.

Faſt ganz allgemein finden Sie ferner rudimentäre Organe in den Pflanzenblüthen vor, indem der eine oder der andere Theil der männlichen Fortpflanzungsorgane (der Staubfäden und Staubbeutel), oder der weiblichen Fortpflanzungsorgane (Griffel, Fruchtknoten u. ſ. w.) mehr oder weniger verkümmert oder „fehlgeſchlagen" (abortirt) iſt. Auch hier können Sie bei verſchiedenen, nahe verwandten Pflanzenarten das Organ in allen Graden der Rückbildung verfolgen. So z. B. iſt die große natürliche Familie der lippenblüthigen Pflanzen (Labiaten), zu welcher Meliſſe, Pfefferminze, Majoran, Gundelrebe, Thymian u. ſ. w. gehören, dadurch ausgezeichnet, daß die rachenförmige, zweilippige Blumenkrone zwei lange und zwei kurze Staubfäden enthält. Allein bei vielen einzelnen Pflanzen dieſer Familie, z. B. bei verſchiedenen Salbeiarten und beim Rosmarin, iſt nur das eine Paar der Staubfäden ausgebildet, und das andere Paar iſt mehr oder weniger verkümmert, oft ganz verſchwunden. Bisweilen ſind die Staubfäden vorhanden, aber ohne Staubbeutel, ſo daß ſie ganz unnütz ſind. Seltener aber findet ſich ſogar noch das Rudiment oder der verkümmerte Reſt eines fünften Staubfadens, ein phyſiologiſch (für die Lebensverrichtung) ganz nutzloſes, aber morphologiſch (für die Erkenntniß der Form und der natürlichen Verwandtſchaft) äußerſt werthvolles Organ. In meiner generellen Morphologie der Organismen [4]) habe ich in dem Abſchnitt von der „Unzweckmäßigkeitslehre oder Dysteleologie, noch eine große Anzahl von anderen derartigen Beiſpielen angeführt (Gen. Morph. II, 266).

Keine biologiſche Erſcheinung hat wohl jemals die Zoologen und Botaniker in größere Verlegenheit verſetzt als dieſe rudimentären, oder abortiven (verkümmerten) Organe. Es ſind Werkzeuge außer Dienſt, Körpertheile, welche da ſind, ohne etwas zu leiſten, zweckmäßig eingerichtet, ohne ihren Zweck in Wirklichkeit zu erfüllen. Wenn man die

Versuche betrachtet, welche die früheren Naturforscher zur Erklärung dieses Räthsels machten, kann man sich in der That kaum eines Lächelns über die seltsamen Vorstellungen, zu denen sie geführt wurden, erwehren. Außer Stande, eine wirkliche Erklärung zu finden, kam man z. B. zu dem Endresultate, daß der Schöpfer „der Symmetrie, wegen" diese Organe angelegt habe; oder man nahm an, es sei dem Schöpfer unpassend oder unverständig erschienen, daß diese Organe bei denjenigen Organismen, bei denen sie nicht leistungsfähig sind und ihrer ganzen Lebensweise nach nicht sein können, völlig fehlten, während die nächsten Verwandten sie besäßen, und zum Ersatz für die mangelnde Funktion habe er ihnen wenigstens die äußere Ausstattung der leeren Form verliehen; ungefähr so, wie die uniformirten Civilbeamten bei Hofe mit einem unschuldigen Degen ausgestattet sind, den sie niemals aus der Scheide ziehen. Ich glaube aber kaum, daß Sie von einer solchen Erklärung befriedigt sein werden.

Nun wird gerade diese allgemein verbreitete und räthselhafte Erscheinung der rudimentären Organe, an welcher alle übrigen Erklärungsversuche scheitern, vollkommen erklärt, und zwar in der einfachsten und einleuchtendsten Weise erklärt durch Darwins Theorie von der Vererbung und von der Anpassung. Wir können die wichtigen Gesetze der Vererbung und Anpassung an den Hausthieren und Kulturpflanzen, welche wir künstlich züchten, verfolgen, und es ist bereits eine Reihe solcher Vererbungsgesetze festgestellt worden. Ohne jetzt auf diese einzugehen, will ich nur vorausschicken, daß einige davon auf mechanischem Wege die Entstehung der rudimentären Organe vollkommen erklären, so daß wir das Auftreten derselben als einen ganz natürlichen Prozeß ansehen müssen, bedingt durch den Nichtgebrauch der Organe. Durch Anpassung an besondere Lebensbedingungen sind die früher thätigen und wirklich arbeitenden Organe allmählich nicht mehr gebraucht worden und außer Dienst getreten. In Folge der mangelnden Uebung sind sie mehr und mehr schwächer geworden, trotzdem aber immer noch durch Vererbung von einer Generation auf die andere übertragen worden,

Digitized by Google

bis ſie endlich größtentheils oder ganz verſchwanden. Wenn wir annehmen, daß alle oben angeführten Wirbelthiere von einem einzigen gemeinſamen Stammvater abſtammen, welcher zwei ſehende Augen und zwei wohl entwickelte Beinpaare beſaß, ſo erklärt ſich ganz einfach der verſchiedene Grad der Verkümmerung und Rückbildung dieſer Organe bei ſolchen Nachkommen deſſelben, welche dieſe Theile nicht mehr gebrauchen konnten. Ebenſo erklärt ſich vollſtändig der verſchiedene Ausbildungsgrad der urſprünglich (in der Blüthenknospe) angelegten fünf Staubfäden bei den Labiaten, wenn wir annehmen, daß alle Pflanzen dieſer Familie von einem gemeinſamen, mit fünf Staubfäden ausgeſtatteten Stammvater abſtammen.

Ich habe Ihnen die Erſcheinung der rudimentären Organe ſchon jetzt etwas ausführlicher vorgeführt, weil dieſelbe von der allergrößten allgemeinen Bedeutung iſt, und weil ſie uns auf die großen, allgemeinen, tiefliegenden Grundfragen der Philoſophie und der Naturwiſſenſchaft hinführt, für deren Löſung die Deſcendenz-Theorie nunmehr der unentbehrliche Leitſtern geworden iſt. Sobald wir nämlich, dieſer Theorie entſprechend, die ausſchließliche Wirkſamkeit phyſikaliſch-chemiſcher Urſachen ebenſo in der lebenden (organiſchen) Körperwelt, wie in der ſogenannten lebloſen (anorganiſchen) Natur anerkennen, ſo räumen wir damit jener Weltanſchauung die ausſchließliche Herrſchaft ein, welche man mit dem Namen der *mechaniſchen* bezeichnen kann, und welche gegenüberſteht der *teleologiſchen* Auffaſſung. Wenn Sie alle Weltanſchauungsformen der verſchiedenen Völker und Zeiten mit einander vergleichend zuſammenſtellen, können Sie dieſelben ſchließlich alle in zwei ſchroff gegenüberſtehende Gruppen bringen: eine *cauſale oder mechaniſtiſche* und eine *teleologiſche oder vitaliſtiſche*. Die letztere war in der Biologie bisher allgemein herrſchend. Man ſah danach das Thierreich und das Pflanzenreich als Produkte einer zweckmäßig wirkſamen, ſchöpferiſchen Thätigkeit an. Bei dem Anblick jedes Organismus ſchien ſich zunächſt unabweislich die Ueberzeugung aufzudrängen, daß eine ſo künſtliche Maſchine, ein ſo verwickelter Bewegungs-Apparat, wie es der Organismus iſt, nur

hervorgebracht werden könne durch eine Thätigkeit, welche analog, obwohl unendlich viel vollkommener iſt, als die Thätigkeit des Menſchen bei der Konſtruktion ſeiner Maſchinen. Wie erhaben man auch die früheren Vorſtellungen des Schöpfers und ſeiner ſchöpferiſchen Thätigkeit faſſen, wie ſehr man ſie aller menſchlichen Analogie entkleiden mag, ſo bleibt doch im letzten Grunde bei der teleologiſchen Naturauffaſſung dieſe Analogie unabweislich und nothwendig. Man muß ſich im Grunde dann immer den Schöpfer ſelbſt als einen Organismus vorſtellen, als ein Weſen, welches, analog dem Menſchen, wenn auch in unendlich vollkommnerer Form, über ſeine bildende Thätigkeit nachdenkt, den Plan der Maſchinen entwirft, und dann mittelſt Anwendung geeigneter Materialien dieſe Maſchinen zweckentſprechend ausführt. Alle dieſe Vorſtellungen leiden nothwendig an der Grundſchwäche des Anthropomorphismus oder der Vermenſchlichung. Es werden dabei, wie hoch man ſich auch den Schöpfer vorſtellen mag, demſelben die menſchlichen Attribute beigelegt, einen Plan zu entwerfen und danach den Organismus zweckmäßig zu conſtruiren. Das wird auch von derjenigen Anſchauung, welche Darwins Lehre am ſchroffſten gegenüber ſteht, und welche unter den Naturforſchern ihren bedeutendſten Vertreter in Agaſſiz gefunden hat, ganz klar ausgeſprochen. Das berühmte Werk (Essay on classification) von Agaſſiz[5]), welches dem Darwinſchen Werke vollkommen entgegengeſetzt iſt, und faſt gleichzeitig erſchien, hat ganz folgerichtig jene abſurden anthropomorphiſchen Vorſtellungen vom Schöpfer bis zum höchſten Grade ausgebildet. Ich werde Gelegenheit haben, auf dieſelben noch wiederholt zurückzukommen, weil ſie in der That nicht weniger zu Gunſten unſerer Lehre ſprechen, als alle poſitiven Beweiſe, welche wir dafür beibringen werden.

Was jene Zweckmäßigkeit in der Natur betrifft, ſo iſt ſie überhaupt nur vorhanden für denjenigen, welcher die Erſcheinungen im Thier- und Pflanzenleben durchaus oberflächlich betrachtet. Schon jene rudimentären Organe mußten dieſer Lehre einen harten Stoß verſetzen. Jeder aber, der tiefer in die Organiſation und Lebensweiſe

der verschiedenen Thiere und Pflanzen eindringt, der sich mit der Wechselwirkung der Lebenserscheinungen und der sogenannten „Oekonomie der Natur" vertrauter macht, kommt nothwendig zu der Anschauung, daß diese Zweckmäßigkeit nicht existirt, so wenig als etwa die vielgerühmte Allgüte des Schöpfers. Diese optimistischen Anschauungen haben leider eben so wenig reale Begründung, als die beliebte Redensart von der „sittlichen Weltordnung", welche durch die ganze Völkergeschichte in ironischer Weise illustirt wird. Im Mittelalter ist dafür die Herrschaft der „sittlichen" Päpste und ihrer frommen Inquisition nicht weniger bezeichnend, als in der Gegenwart der herrschende Militarismus mit seinem „sittlichen" Apparate von Zündnadeln und anderen raffinirten Mordwaffen.

Wenn Sie das Zusammenleben und die gegenseitigen Beziehungen der Pflanzen und der Thiere (mit Inbegriff des Menschen) näher betrachten, so finden Sie überall und zu jeder Zeit das Gegentheil von jenem gemüthlichen und friedlichen Beisammensein, welches die Güte des Schöpfers den Geschöpfen hätte bereiten müssen, vielmehr finden Sie überall einen schonungslosen, höchst erbitterten Kampf Aller gegen Alle. Nirgends in der Natur, wohin Sie auch Ihre Blicke lenken mögen, ist jener idyllische, von den Dichtern besungene Friede vorhanden, — vielmehr überall Kampf, Streben nach Vernichtung des Nächsten und nach Vernichtung der direkten Gegner. Leidenschaft und Selbstsucht, bewußt oder unbewußt, ist überall die Triebfeder des Lebens. Das bekannte Dichterwort:

„Die Natur ist vollkommen überall,
Wo der Mensch nicht hinkommt mit seiner Qual"

ist schön, aber leider nicht wahr. Vielmehr bildet auch in dieser Beziehung der Mensch keine Ausnahme von der übrigen Thierwelt. Die Betrachtungen, welche wir bei der Lehre vom „Kampf ums Dasein" anzustellen haben, werden diese Behauptung zur Genüge rechtfertigen. Es war auch Darwin, welcher gerade diesen wichtigen Punkt in seiner hohen und allgemeinen Bedeutung recht klar vor Augen stellte, und derjenige Abschnitt seiner Lehre, welchen er

selbst den „Kampf ums Dasein" nennt, ist einer der wichtigsten Theile derselben.

Wenn wir also jener vitalistischen oder teleologischen Betrachtung der lebendigen Natur, welche die Thier- und Pflanzenformen als Produkte eines gütigen und zweckmäßig thätigen Schöpfers oder einer zweckmäßig thätigen schöpferischen Naturkraft ansieht, durchaus entgegenzutreten gezwungen sind, so müssen wir uns entschieden jene Weltanschauung aneignen, welche man die mechanische oder causale nennt. Man kann sie auch als die monistische oder einheitliche bezeichnen, im Gegensatz zu der zwiespältigen oder dualistischen Anschauung, welche in jener teleologischen Weltauffassung nothwendig enthalten ist. Die mechanische Naturbetrachtung ist seit Jahrzehnten auf gewissen Gebieten der Naturwissenschaft so sehr eingebürgert, daß hier über die entgegengesetzte kein Wort mehr verloren wird. Es fällt keinem Physiker oder Chemiker, keinem Mineralogen oder Astronomen mehr ein, in den Erscheinungen, welche ihm auf seinem wissenschaftlichen Gebiete fortwährend vor Augen kommen, die Wirksamkeit eines zweckmäßig thätigen Schöpfers vorzufinden oder aufzusuchen. Man betrachtet die Erscheinungen, welche auf jenen Gebieten zu Tage treten, allgemein und ohne Widerspruch als die nothwendigen und unabänderlichen Wirkungen der physikalischen und chemischen Kräfte, welche an dem Stoffe oder der Materie haften und insofern ist diese Anschauung rein materialistisch, in einem gewissen Sinne dieses vieldeutigen Wortes. Wenn der Physiker die Bewegungserscheinungen der Elektricität oder des Magnetismus, den Fall eines schweren Körpers oder die Schwingungen der Lichtwellen verfolgt, so ist er bei dieser Arbeit durchaus davon entfernt, das Eingreifen einer übernatürlichen schöpferischen Kraft anzunehmen. In dieser Beziehung befand sich bisher die Biologie als die Wissenschaft von den sogenannten „belebten" Naturkörpern, in großem Gegensatz zu jenen vorher genannten anorganischen Naturwissenschaften (der Anorganologie). Zwar hat die neuere Physiologie, die Lehre von den Bewegungserscheinungen der Thier- und Pflanzenkörper, den mechani-

Digitized by Google

schen Standpunkt der letzteren vollkommen angenommen; allein die Morphologie, die Wissenschaft von den Formen der Thiere und der Pflanzen, schien dadurch gar nicht berührt zu werden. Die Morphologen behandelten nach wie vor, und größtentheils noch heutzutage, im Gegensatz zu jener mechanischen Betrachtung der Leistungen, die Formen der Thiere und Pflanzen als etwas, was durchaus nicht mechanisch erklärbar sei, was nothwendig einer höheren, übernatürlichen, zweckmäßig thätigen Schöpferkraft seinen Ursprung verdanken müsse. Dabei war es ganz gleichgültig, ob man diese Schöpferkraft als persönlichen Gott anbetete, oder ob man sie Lebenskraft (vis vitalis) oder Endursache (causa finalis) nannte. In allen Fällen flüchtete man hier, um es mit einem Worte zu sagen, zum Wunder als der Erklärung. Man warf sich einer Glaubensdichtung in die Arme, welche als solche auf dem Gebiete naturwissenschaftlicher Erkenntniß durchaus keine Geltung haben kann.

Alles nun, was vor Darwin geschehen ist, um eine natürliche, mechanische Auffassung von der Entstehung der Thier- und Pflanzenformen zu begründen, vermochte diese nicht zum Durchbruch und zu allgemeinerer Anerkennung zu bringen. Dies gelang erst Darwins Lehre, und hierin liegt ein unermeßliches Verdienst derselben. Denn es wird dadurch die Ansicht von der Einheit der organischen und der anorganischen Natur fest begründet; und derjenige Theil der Naturwissenschaft, welcher bisher am längsten und am hartnäckigsten sich einer mechanischen Auffassung und Erklärung widersetzte, die Lehre vom Bau der lebendigen Formen, von der Bedeutung und dem Entstehen derselben, wird dadurch mit allen übrigen naturwissenschaftlichen Lehren auf einen und denselben Weg der Vollendung geführt. Es wird die Einheit aller Naturerscheinungen dadurch endgültig festgestellt.

Diese Einheit der ganzen Natur, die Beseelung aller Materie, die Untrennbarkeit der geistigen Kraft und des körperlichen Stoffes hat Goethe mit den Worten behauptet: „die Materie kann nie ohne Geist, der Geist nie ohne Materie existiren und wirksam sein". Von

den großen moniſtiſchen Philoſophen aller Zeiten ſind dieſe oberſten Grundſätze der mechaniſchen Weltanſchauung vertreten worden. Schon Demokritus von Abdera, der unſterbliche Begründer der Atomenlehre, ſprach dieſelben faſt ein halbes Jahrtauſend vor Chriſtus klar aus, ganz vorzüglich aber der große Dominikanermönch Giordano Bruno. Dieſer wurde dafür am 17. Februar 1600 in Rom von der chriſtlichen Inquiſition auf dem Scheiterhaufen verbrannt, an demſelben Tage, an welchem 36 Jahre früher ſein großer Landsmann und Kampfesgenoſſe Galilei geboren wurde. Solche Männer, die für eine große Idee leben und ſterben, pflegt man als „Materialiſten" zu verketzern, ihre Gegner aber, deren Beweisgründe Tortur und Scheiterhaufen ſind, als „Spiritualiſten" zu preiſen.

Durch die Deſcendenztheorie wird es uns zum erſtenmal möglich, dieſe Einheit der Natur ſo zu begründen, daß eine mechaniſch-cauſale Erklärung auch der verwickeltſten organiſchen Erſcheinungen z. B. der Entſtehung und Einrichtung der Sinnesorgane, in der That nicht mehr Schwierigkeiten für das allgemeine Verſtändniß hat, als die mechaniſche Erklärung irgend eines phyſikaliſchen Prozeſſes, wie es z. B. die Erdbeben, die Richtungen des Windes oder die Strömungen des Meeres ſind. Wir gelangen dadurch zu der äußerſt wichtigen Ueberzeugung, daß alle Naturkörper, die wir kennen, gleichmäßig belebt ſind, daß der Gegenſatz, welchen man zwiſchen lebendiger und todter Körperwelt aufſtellte, nicht exiſtirt. Wenn ein Stein, frei in die Luft geworfen, nach beſtimmten Geſetzen zur Erde fällt, oder wenn in einer Salzlöſung ſich ein Kryſtall bildet, ſo iſt dieſe Erſcheinung nicht mehr und nicht minder eine mechaniſche Lebenserſcheinung, als das Wachsthum oder das Blühen der Pflanzen, als die Fortpflanzung oder die Sinnesthätigkeit der Thiere, als die Empfindung oder die Gedankenbildung des Menſchen. In dieſer Herſtellung der einheitlichen oder moniſtiſchen Naturauffaſſung liegt das höchſte und allgemeinſte Verdienſt der von Darwin reformirten Abſtammungslehre.

Zweiter Vortrag.

Wissenschaftliche Berechtigung der Descendenztheorie. Schöpfungsgeschichte nach Linné.

Die Abstammungslehre oder Descendenztheorie als die einheitliche Erklärung der organischen Naturerscheinungen durch natürliche wirkende Ursachen. Vergleichung derselben mit Newtons Gravitationstheorie. Zwingende Nothwendigkeit ihrer Annahme und allgemeine Verpflichtung der Naturforscher zu derselben. Grenzen der wissenschaftlichen Erklärung und der menschlichen Erkenntniß überhaupt. Alle Erkenntniß ursprünglich durch sinnliche Erfahrung bedingt, aposteriori. Uebergang der aposteriorischen Erkenntnisse durch Vererbung in apriorische Erkenntnisse. Gegensatz der übernatürlichen Schöpfungshypothesen von Linné, Cuvier, Agassiz, und der natürlichen Entwickelungstheorien von Lamarck, Göthe, Darwin. Zusammenhang der ersteren mit der monistischen (mechanischen), der letzteren mit der dualistischen (teleologischen) Weltanschauung. Monismus und Materialismus. Wissenschaftlicher und sittlicher Materialismus. Schöpfungsgeschichte des Moses. Ihre Vorzüge und Irrthümer. Linné als Begründer der systematischen Naturbeschreibung und Artunterscheidung. Linnés Classification und binäre Nomenclatur. Bedeutung des Speciesbegriffs bei Linné. Seine Schöpfungsgeschichte. Linnés Ansicht von der Entstehung der Arten.

Meine Herren! Der Werth, den jede naturwissenschaftliche Theorie besitzt, wird sowohl durch die Anzahl und das Gewicht der zu erklärenden Gegenstände gemessen, als auch durch die Einfachheit und Allgemeinheit der Ursachen, welche als Erklärungsgründe benutzt werden. Je größer einerseits die Anzahl, je wichtiger die Bedeutung der durch die Theorie zu erklärenden Erscheinungen ist, und je einfacher

andrerseits, je allgemeiner die Ursachen sind, welche die Theorie zur Erklärung in Anspruch nimmt, desto höher ist ihr wissenschaftlicher Werth, desto sicherer bedienen wir uns ihrer Leitung, desto mehr sind wir verpflichtet zu ihrer Annahme.

Denken Sie z. B. an diejenige Theorie, welche bisher als der größte Erwerb des menschlichen Geistes galt, an die Gravitationstheorie, welche der Engländer Newton vor 200 Jahren in seinen mathematischen Principien der Naturphilosophie begründete. Hier finden Sie das zu erklärende Objekt so groß genommen als Sie es nur denken können. Er unternahm es, die Bewegungserscheinungen der Planeten und den Bau des Weltgebäudes auf mathematische Gesetze zurückzuführen. Als die höchst einfache Ursache dieser verwickelten Bewegungserscheinungen begründete Newton das Gesetz der Schwere oder der Massenanziehung, dasselbe, welches die Ursache des Falles der Körper, der Adhäsion, der Cohäsion und vieler anderen Erscheinungen ist.

Wenn Sie nun den gleichen Maßstab an die Theorie Darwins anlegen, so müssen Sie zu dem Schluß kommen, daß diese ebenfalls zu den größten Eroberungen des menschlichen Geistes gehört, und daß sie sich unmittelbar neben die Gravitationstheorie Newtons stellen kann. Vielleicht erscheint Ihnen dieser Ausspruch übertrieben oder wenigstens sehr gewagt; ich hoffe Sie aber im Verlauf dieser Vorträge zu überzeugen, daß diese Schätzung nicht zu hoch gegriffen ist. In der vorigen Stunde wurden bereits einige der wichtigsten und allgemeinsten Erscheinungen aus der organischen Natur namhaft gemacht, welche durch Darwins Theorie erklärt werden. Dahin gehören vor Allen die Formveränderungen, welche die individuelle Entwickelung der Organismen begleiten, äußerst mannichfaltige und verwickelte Erscheinungen, welche bisher einer mechanischen Erklärung, d. h. einer Zurückführung auf wirkende Ursachen die größten Schwierigkeiten in den Weg legten. Wir haben die rudimentären Organe erwähnt, jene außerordentlich merkwürdigen Einrichtungen in den Thier- und Pflanzenkörpern, welche keinen Zweck haben, welche

jede teleologische, jede nach einem Endzweck des Organismus suchende Erklärung vollständig widerlegen. Es ließe sich noch eine große Anzahl von anderen Erscheinungen anführen, die nicht minder wichtig sind, die bisher nicht minder räthselhaft erschienen, und die in der einfachsten Weise durch die von Darwin reformirte Abstammungslehre erklärt werden. Ich erwähne vorläufig noch die Erscheinungen, welche uns die geographische Verbreitung der Thier- und Pflanzenarten auf der Oberfläche unseres Planeten, sowie die geologische Vertheilung der ausgestorbenen und versteinerten Organismen in den verschiedenen Schichten der Erdrinde darbietet. Auch diese wichtigen paläontologischen und geographischen Gesetze, welche wir bisher nur als Thatsachen kannten, werden durch die Abstammungslehre in ihren wirkenden Ursachen erkannt. Dasselbe gilt ferner von allen allgemeinen Gesetzen der vergleichenden Anatomie, insbesondere von dem großen Gesetze der Arbeitstheilung oder Sonderung (Polymorphismus oder Differenzirung), einem Gesetze, welches ebenso in der ganzen menschlichen Gesellschaft, wie in der Organisation des einzelnen Thier- und Pflanzenkörpers die wichtigste gestaltende Ursache ist, diejenige Ursache, welche ebenso eine immer größere Mannichfaltigkeit, wie eine fortschreitende Entwickelung der organischen Formen bedingt. In gleicher Weise, wie dieses bisher nur als Thatsache erkannte Gesetz der Arbeitstheilung, wird auch das Gesetz der fortschreitenden Entwickelung, oder das Gesetz des Fortschritts, welches wir ebenso in der Geschichte der Völker, wie in der Geschichte der Thiere und Pflanzen überall wirksam wahrnehmen, in seinem Ursprung durch die Abstammungslehre erklärt. Und wenn Sie endlich Ihre Blicke auf das große Ganze der organischen Natur richten, wenn Sie vergleichend alle einzelnen großen Erscheinungsgruppen dieses ungeheuren Lebensgebietes zusammenfassen, so stellt sich Ihnen dasselbe im Lichte der Abstammungslehre nicht mehr als das künstlich ausgedachte Werk eines planmäßig bauenden Schöpfers dar, sondern als die nothwendige Folge wirkender Ursachen, welche in der chemi-

schen Zusammensetzung der Materie selbst und in ihren physikalischen Eigenschaften liegen.

Man kann also im weitesten Umfang behaupten, und ich werde diese Behauptung im Verlaufe meiner Vorträge rechtfertigen, daß die Abstammungslehre uns zum ersten Male in die Lage versetzt, die Gesammtheit aller organischen Naturerscheinungen auf ein einziges Gesetz zurückzuführen, eine einzige wirkende Ursache für das unendlich verwickelte Getriebe dieser ganzen reichen Erscheinungswelt aufzufinden. In dieser Beziehung stellt sie sich ebenbürtig Newtons Gravitationstheorie an die Seite; ja sie erhebt sich noch über dieselbe!

Aber auch die Erklärungsgründe sind hier nicht minder einfach, wie dort. Es sind nicht neue, bisher unbekannte Eigenschaften des Stoffes, welche Darwin zur Erklärung dieser höchst verwickelten Erscheinungswelt herbeizieht; es sind nicht etwa Entdeckungen neuer Verbindungsverhältnisse der Materien, oder neuer Organisationskräfte derselben; sondern es ist lediglich die außerordentlich geistvolle Verbindung, die synthetische Zusammenfassung und denkende Vergleichung einer Anzahl längst bekannter Thatsachen, durch welche Darwin das „heilige Räthsel" der lebendigen Formenwelt löst. Die erste Rolle spielt dabei die Erwägung der Wechselbeziehungen, welche zwischen zwei allgemeinen Eigenschaften der Organismen bestehen, den Eigenschaften der Vererbung und der Anpassung. Lediglich durch Erwägung des Wechselverhältnisses zwischen diesen beiden Lebensthätigkeiten oder physiologischen Funktionen der Organismen, sowie ferner durch Erwägung der gegenseitigen Beziehungen, welche alle an einem und demselben Ort zusammenlebenden Thiere und Pflanzen nothwendig zu einander besitzen — lediglich durch Würdigung dieser einfachen Thatsachen, und durch die geschickte Verbindung derselben ist es Darwin möglich geworden, in denselben die wirkenden Ursachen (causae efficientes) für die unendlich verwickelte Gestaltenwelt der organischen Natur zu finden.

Wir sind nun verpflichtet, diese Theorie auf jeden Fall anzunehmen und so lange zu behaupten, bis sich eine bessere findet, die es

unternimmt, die gleiche Fülle von Thatsachen ebenso einfach zu erklären. Bisher entbehrten wir einer solchen Theorie vollständig. Zwar war der Grundgedanke nicht neu, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenformen von einigen wenigen oder sogar von einer einzigen höchst einfachen Grundform abstammen müssen. Dieser Gedanke war längst ausgesprochen und zuerst von dem großen Lamarck[2]) im Anfang unseres Jahrhunderts bestimmt formulirt worden. Allein Lamarck sprach doch eigentlich bloß die Hypothese der gemeinsamen Abstammung aus, ohne sie durch Erläuterung der wirkenden Ursachen zu begründen. Und gerade in dem Nachweis dieser Ursachen liegt der außerordentliche Fortschritt, welchen Darwin über Lamarcks Theorie hinaus gethan hat. Er fand in den physiologischen Vererbungs- und Anpassungseigenschaften der organischen Materie die wahre Ursache jenes genealogischen Verhältnisses auf. Auch konnte der geistvolle Lamarck noch nicht über das kolossale Material biologischer Thatsachen gebieten, welches durch die emsigen zoologischen und botanischen Forschungen der letzten funfzig Jahre angesammelt und von Darwin zu einem überwältigenden Beweis-Apparat verwerthet wurde.

Die Theorie Darwins ist also nicht, wie es seine Gegner häufig darstellen, eine beliebige, aus der Luft gegriffene, bodenlose Hypothese. Es liegt nicht im Belieben der einzelnen Zoologen und Botaniker, ob sie dieselbe als erklärende Theorie annehmen wollen oder nicht. Vielmehr sind sie dazu gezwungen und verpflichtet nach dem allgemeinen, in den Naturwissenschaften überhaupt gültigen Grundsatze, daß wir zur Erklärung der Erscheinungen jede mit den wirklichen Thatsachen vereinbare, wenn auch nur schwach begründete Theorie so lange annehmen und beibehalten müssen, bis sie durch eine bessere ersetzt wird. Wenn wir dies nicht thun, so verzichten wir auf eine wissenschaftliche Erklärung der Erscheinungen, und das ist in der That der Standpunkt, den viele Biologen noch gegenwärtig einnehmen. Sie betrachten das ganze Gebiet der belebten Natur als ein vollkommenes Räthsel und halten die Entstehung der Thier- und Pflanzenarten, die

Erscheinungen ihrer Entwickelung und Verwandtschaft für ganz unerklärlich, für ein Wunder.

Diejenigen Gegner Darwins, welche nicht geradezu in dieser Weise auf eine biologische Erklärung verzichten wollen, pflegen freilich zu sagen: „Darwins Lehre von dem gemeinschaftlichen Ursprung der verschiedenartigen Organismen ist nur eine Hypothese; wir stellen ihr eine andere entgegen, die Hypothese, daß die einzelnen Thier- und Pflanzenarten nicht durch Abstammung sich auseinander entwickelt haben, sondern daß sie unabhängig von einander durch ein noch unentdecktes Naturgesetz entstanden sind." So lange aber nicht gezeigt wird, wie diese Entstehung zu denken ist, und was das für ein „Naturgesetz" ist, so lange nicht einmal wahrscheinliche Erklärungsgründe geltend gemacht werden können, welche für eine unabhängige Entstehung der Thier- und Pflanzenarten sprechen, so lange ist diese Gegenhypothese in der That keine Hypothese, sondern eine leere, nichtssagende Redensart. Auch verdient Darwins Theorie nicht den Namen einer Hypothese. Denn eine wissenschaftliche Hypothese ist eine Annahme, welche sich auf unbekannte, bisher noch nicht durch die sinnliche Erfahrung wahrgenommene Eigenschaften oder Bewegungserscheinungen der Naturkörper stützt. Darwins Lehre aber nimmt keine derartigen unbekannten Verhältnisse an; sie gründet sich auf längst anerkannte allgemeine Eigenschaften der Organismen, und es ist, wie bemerkt, die außerordentliche geistvolle, umfassende Verbindung einer Menge bisher vereinzelt dagestandener Erscheinungen, welche dieser Theorie ihren außerordentlich hohen inneren Werth gibt. Wir gelangen durch sie zum ersten Mal in die Lage, für die Gesammtheit aller uns bekannten morphologischen Erscheinungen in der Thier- und Pflanzenwelt eine bewirkende Ursache nachzuweisen; und zwar ist diese wahre Ursache immer eine und dieselbe, nämlich die Wechselwirkung der Anpassung und der Vererbung, also ein physiologisches, d. h. ein physikalisch-chemisches oder ein mechanisches Verhältniß. Aus diesen Gründen ist die Annahme der durch Darwin mechanisch begrün-

deten Abſtammungslehre für die geſammte Zoologie und Botanik eine zwingende und unabweisbare Nothwendigkeit.

Da nach meiner Anſicht alſo die unermeßliche Bedeutung von Darwins Lehre darin liegt, daß ſie die bisher nicht erklärten organiſchen Formerſcheinungen mechaniſch erklärt, ſo iſt es wohl nothwendig, hier gleich noch ein Wort über den vieldeutigen Begriff der Erklärung einzuſchalten. Es wird ſehr häufig Darwins Theorie entgegengehalten, daß ſie allerdings jene Erſcheinungen durch die Vererbung und Anpaſſung vollkommen erkläre, daß dadurch aber nicht dieſe Eigenſchaften der organiſchen Materie ſelbſt erklärt werden, daß wir nicht zu den letzten Gründen gelangen. Dieſer Einwurf iſt ganz richtig; allein er gilt in gleicher Weiſe von allen Erſcheinungen. Wir gelangen nirgends zu einer Erkenntniß der letzten Gründe. Die Entſtehung jedes einfachen Salzkryſtalles, den wir beim Abdampfen einer Mutterlauge erhalten, iſt uns im letzten Grunde nicht minder räthſelhaft, und an ſich nicht minder unbegreiflich, als die Entſtehung jedes Thieres, das ſich aus einer einfachen Eizelle entwickelt. Bei Erklärung der einfachſten phyſikaliſchen oder chemiſchen Erſcheinungen, z. B. bei dem Fallen eines Steins oder bei der Bildung einer chemiſchen Verbindung gelangen wir durch Auffindung und Feſtſtellung der wirkenden Urſachen, z. B. der Schwerkraft oder der chemiſchen Verwandtſchaft, zu anderen weiter zurückliegenden Erſcheinungen, die an und für ſich Räthſel ſind. Es liegt das in der Beſchränktheit oder Relativität unſeres Erkenntnißvermögens. Wir dürfen niemals vergeſſen, daß die menſchliche Erkenntnißfähigkeit allerdings abſolut beſchränkt iſt und nur eine relative Ausdehnung beſitzt. Sie iſt zunächſt ſchon beſchränkt durch die Beſchaffenheit unſerer Sinne und unſeres Gehirns.

Urſprünglich ſtammt alle Erkenntniß aus der ſinnlichen Wahrnehmung. Man führt wohl dieſer gegenüber die angeborene, a priori entſtehende Erkenntniß des Menſchen an; indeſſen werden Sie ſehen, daß ſich die ſogenannte aprioriſche Erkenntniß durch Darwins Lehre nachweiſen läßt als a posteriori erworbene, in ihren letzten Gründen

durch die Erfahrungen bedingt. Erkenntniſſe, welche urſprünglich auf rein empiriſchen Wahrnehmungen beruhen, alſo rein ſinnliche Erfahrungen ſind, welche aber dann eine Reihe von Generationen hindurch vererbt werden, treten bei den jüngeren Generationen ſcheinbar als unabhängige, angeborene, aprioriſche auf. Von unſeren uralten thieriſchen Voreltern ſind alle ſogenannten „Erkenntniſſe a priori“ urſprünglich a posteriori gefaßt worden und erſt durch Vererbung allmählich zu aprioriſchen geworden. Sie beruhen in letzter Inſtanz auf Erfahrungen, und wir können durch die Geſetze der Vererbung und Anpaſſung beſtimmt nachweiſen, daß in der Art, wie es gewöhnlich geſchieht, Erkenntniſſe a priori den Erkenntniſſen a posteriori nicht entgegen zu ſtellen ſind. Vielmehr iſt die ſinnliche Erfahrung die urſprüngliche Quelle aller Erkenntniſſe. Schon aus dieſem Grunde iſt alle unſere Wiſſenſchaft nur beſchränkt, und niemals vermögen wir die letzten Gründe irgend einer Erſcheinung zu erfaſſen. Die Kryſtalliſationskraft, die Schwerkraft und die chemiſche Verwandtſchaft bleiben uns, an und für ſich, eben ſo unbegreiflich, wie die Anpaſſung und die Vererbung.

Wenn uns nun die Theorie Darwins die Geſammtheit aller vorhin in einem kurzen Ueberblick zuſammengefaßten Erſcheinungen aus einem einzigen Geſichtspunkt erklärt, wenn ſie eine und dieſelbe Beſchaffenheit des Organismus als die wirkende Urſache nachweiſt, ſo leiſtet ſie vorläufig Alles, was wir verlangen können. Außerdem läßt ſich aber auch mit gutem Grunde hoffen, daß wir die letzten Gründe, zu welchen Darwin gelangt, nämlich die Eigenſchaften der Erblichkeit und der Anpaſſungsfähigkeit, noch weiter werden erklären lernen, und daß wir z. B. dahin gelangen werden, die Molekularverhältniſſe in der Zuſammenſetzung der Eiweißſtoffe als die weiter zurückliegenden, einfachen Gründe jener Erſcheinungen aufzudecken. Freilich iſt in der nächſten Zukunft hierzu noch keine Ausſicht, und wir begnügen uns vorläufig mit jener Zurückführung, wie wir uns in der Newton'ſchen Theorie mit der Zurückführung der

Planetenbewegungen auf die Schwerkraft begnügen. Die Schwerkraft selbst ist uns ebenfalls ein Räthsel, an sich nicht erkennbar.

Bevor wir nun an unsere Hauptaufgabe, an die eingehende Erörterung der Abstammungslehre und der aus ihr sich ergebenden Folgerungen herantreten, lassen Sie uns einen geschichtlichen Rückblick auf die wichtigsten und verbreitetsten von denjenigen Ansichten werfen, welche sich die Menschen vor Darwin über die organische Schöpfung, über die Entstehung der mannigfaltigen Thier- und Pflanzenarten gebildet hatten. Es liegt dabei keineswegs in meiner Absicht, Sie mit einem vergleichenden Ueberblick über alle die zahlreichen Schöpfungsdichtungen der verschiedenen Menschen-Arten, -Rassen und -Stämme zu unterhalten. So interessant und lohnend diese Aufgabe, sowohl in ethnographischer als in culturhistorischer Beziehung, auch wäre, so würde uns dieselbe doch hier viel zu weit führen. Auch zeigt die übergroße Mehrzahl aller dieser Schöpfungssagen zu sehr das Gepräge willkürlicher Dichtung, und den Mangel eingehender Naturbetrachtung, als daß dieselben für eine naturwissenschaftliche Behandlung der Schöpfungsgeschichte von Interesse wären. Ich werde daher von den nicht wissenschaftlich begründeten Schöpfungsgeschichten bloß die mosaische hervorheben, wegen des beispiellosen Einflusses, den sie in der abendländischen Culturwelt gewonnen, und dann werde ich sogleich zu den wissenschaftlich formulirten Schöpfungshypothesen übergehen, welche erst nach Beginn des verflossenen Jahrhunderts, mit Linné, ihren Anfang nahmen.

Alle verschiedenen Vorstellungen, welche sich die Menschen jemals von der Entstehung der verschiedenen Thier- und Pflanzenarten gemacht haben, lassen sich füglich in zwei große, entgegengesetzte Gruppen bringen, in natürliche und übernatürliche Schöpfungsgeschichten.

Diese beiden Gruppen entsprechen im Großen und Ganzen den beiden verschiedenen Hauptformen der menschlichen Weltanschauung, welche wir vorher als monistische (einheitliche) und dualistische (zwiespältige) Naturauffassung gegenüber gestellt haben. Die gewöhnliche dualistische oder teleologische (vitale) Weltanschauung muß die

organische Natur als das zweckmäßig ausgeführte Product eines planvoll wirkenden Schöpfers ansehen. Sie muß in jeder einzelnen Thier- und Pflanzenart einen „verkörperten Schöpfungsgedanken" erblicken, den materiellen Ausdruck einer zweckmäßig thätigen Endursache oder einer zweckthätigen Ursache (causa finalis). Sie muß nothwendig übernatürliche (nicht mechanische) Vorgänge für die Entstehung der Organismen in Anspruch nehmen. Wir dürfen sie daher mit Recht als übernatürliche Schöpfungsgeschichte bezeichnen. Von allen hierher gehörigen teleologischen Schöpfungsgeschichten gewann diejenige des Moses den größten Einfluß, da sie durch so bedeutende Naturforscher, wie Linné, selbst in der Naturwissenschaft allgemeinen Eingang fand. Auch die Schöpfungsansichten von Cuvier und Agassiz, und überhaupt von der großen Mehrzahl der Naturforscher sowohl als der Laien gehören in diese Gruppe.

Die von Darwin ausgebildete Entwickelungstheorie dagegen, welche wir hier als natürliche Schöpfungsgeschichte zu behandeln haben, und welche bereits von Goethe und Lamarck aufgestellt wurde, muß, wenn sie folgerichtig durchgeführt wird, schließlich nothwendig zu der monistischen oder mechanischen (causalen) Weltanschauung hinführen. Im Gegensatz zu jener dualistischen oder teleologischen Naturauffassung betrachtet dieselbe die Formen der organischen Naturkörper, ebenso wie diejenigen der anorganischen, als die nothwendigen Produkte natürlicher Kräfte. Sie erblickt in den einzelnen Thier- und Pflanzenarten nicht verkörperte Gedanken des persönlichen Schöpfers, sondern den zeitweiligen Ausdruck eines mechanischen Entwickelungsganges der Materie, den Ausdruck einer nothwendig wirkenden Ursache oder einer mechanischen Ursache (causa efficiens). Wo der teleologische Dualismus in den Schöpfungswundern die willkührlichen Einfälle eines launenhaften Schöpfers aufsucht, da findet der causale Monismus in den Entwickelungsprocessen die nothwendigen Wirkungen ewiger und unabänderlicher Naturgesetze.

Man hat diesen, hier von uns vertretenen Monismus auch oft für identisch mit dem Materialismus erklärt. Da man demgemäß auch den Darwinismus und überhaupt die ganze Entwickelungstheorie als „materialistisch" bezeichnet hat, so kann ich nicht umhin, schon hier mich von vornherein gegen die Zweideutigkeit dieser Bezeichnung und gegen die Arglist, mit welcher dieselbe von gewissen Seiten zur Verketzerung unserer Lehre benutzt wird, ausdrücklich zu verwahren.

Unter dem Ausdruck „Materialismus" werden sehr allgemein zwei gänzlich verschiedene Dinge mit einander verwechselt und vermengt, die im Grunde gar nichts mit einander zu thun haben, nämlich der naturwissenschaftliche und der sittliche Materialismus. Der naturwissenschaftliche Materialismus, welcher mit unserem Monismus identisch ist, behauptet im Grunde weiter nichts, als daß Alles in der Welt mit natürlichen Dingen zugeht, daß jede Wirkung ihre Ursache und jede Ursache ihre Wirkung hat. Er stellt also über die Gesammtheit aller uns erkennbaren Erscheinungen das Causal-Gesetz, oder das Gesetz von dem nothwendigen Zusammenhang von Ursache und Wirkung. Er verwirft dagegen entschieden jeden Wunderglauben und jede wie immer geartete Vorstellung von übernatürlichen Vorgängen. Für ihn giebt es daher in dem ganzen Gebiete menschlicher Erkenntniß nirgends mehr eine wahre Metaphysik, sondern überall nur Physik. Für ihn ist der unzertrennliche Zusammenhang von Stoff, Form und Kraft selbstverständlich. Dieser wissenschaftliche Materialismus ist auf dem ganzen großen Gebiete der anorganischen Naturwissenschaft, in der Physik und Chemie, in der Mineralogie und Geologie, längst so allgemein anerkannt, daß kein Mensch mehr über seine alleinige Berechtigung in Zweifel ist. Ganz anders verhält es sich aber in der Biologie, in der organischen Naturwissenschaft, wo man die Geltung desselben noch fortwährend von vielen Seiten her bestreitet, ihm aber nichts Anderes, als das traurige metaphysische Gespenst der Lebenskraft, oder gar nur theologische Dogmen, entgegenhalten

kann. Wenn wir nun aber den Beweis führen können, daß die ganze erkennbare Natur nur Eine iſt, daß dieſelben „ewigen, ehernen, großen Geſetze" in dem Leben der Thiere und Pflanzen, wie in dem Wachsthum der Kryſtalle und in der Triebkraft des Waſſerdampfes thätig ſind, ſo werden wir auch auf dem geſammten Gebiete der Biologie, in der Zoologie wie in der Botanik, überall mit demſelben Rechte den moniſtiſchen oder mechaniſchen Standpunkt feſthalten, mag man denſelben nun als „Materialismus" verdächtigen oder nicht. In dieſem Sinne iſt die ganze exacte Naturwiſſenſchaft, und an ihrer Spitze das Cauſalgeſetz, rein „materialiſtiſch."

Ganz etwas Anderes als dieſer naturwiſſenſchaftliche iſt der ſittliche oder ethiſche Materialismus, der mit dem erſteren gar Nichts gemein hat. Dieſer „eigentliche" Materialismus verfolgt in ſeiner praktiſchen Lebensrichtung kein anderes Ziel, als den möglichſt raffinirten Sinnengenuß. Er ſchwelgt in dem traurigen Wahne, daß der rein materielle Genuß dem Menſchen wahre Befriedigung geben könne, und indem er dieſe in keiner Form der Sinnenluſt finden kann, ſtürzt er ſich ſchmachtend von einer zur andern. Die tiefe Wahrheit, daß der eigentliche Werth des Lebens nicht im materiellen Genuß, ſondern in der ſittlichen That, und daß die wahre Glückſeligkeit nicht in äußeren Glücksgütern, ſondern nur in tugendhaftem Lebenswandel beruht, iſt jenem ethiſchen Materialismus unbekannt. Daher ſucht man denſelben auch vergebens bei ſolchen Naturforſchern und Philoſophen, deren höchſter Genuß der geiſtige Naturgenuß und deren höchſtes Ziel die Erkenntniß der Naturgeſetze iſt. Dieſen Materialismus muß man in den Paläſten der Kirchenfürſten und bei allen jenen Heuchlern ſuchen, welche unter der äußeren Maske frommer Gottesverehrung lediglich hierarchiſche Tyrannei und materielle Ausbeutung ihrer Mitmenſchen erſtreben. Stumpf für den unendlichen Adel der ſogenannten „rohen Materie" und der aus ihr entſpringenden herrlichen Erſcheinungswelt, unempfindlich für die unerſchöpflichen Reize der Natur, wie ohne Kenntniß von ihren Geſetzen, verketzern dieſelben die ganze Naturwiſſenſchaft und die aus ihr entſpringende Bildung als ſünd-

lichen Materialismus, während sie selbst dem letzteren in der widerlichsten Gestalt fröhnen. Nicht allein die ganze Geschichte der Päpste mit ihrer endlosen Kette von gräulichen Verbrechen, sondern auch die widerwärtige Sittengeschichte der Orthodoxie in allen Religionsformen liefert Ihnen hierfür genügende Beweise.

Um nun in Zukunft die übliche Verwechselung dieses ganz verwerflichen sittlichen Materialismus mit unserem naturphilosophischen Materialismus zu vermeiden, halten wir es für nöthig, den letzteren entweder Monismus oder Realismus zu nennen. Das Princip dieses Monismus ist dasselbe, was Kant das „Princip des Mechanismus" nennt, und von dem er ausdrücklich erklärt, daß es ohne dasselbe überhaupt keine Naturwissenschaft geben könne. Dieses Princip ist von unserer „natürlichen Schöpfungsgeschichte" ganz untrennbar, und kennzeichnet dieselbe gegenüber dem teleologischen Wunderglauben der übernatürlichen Schöpfungsgeschichte.

Lassen Sie uns nun zunächst einen Blick auf die wichtigste von allen übernatürlichen Schöpfungsgeschichten werfen, diejenige des Moses, wie sie uns durch die alte Geschichts- und Gesetzesurkunde des jüdischen Volkes, durch die Bibel, überliefert worden ist. Bekanntlich ist die mosaische Schöpfungsgeschichte, wie sie im ersten Capitel der Genesis den Eingang zum alten Testament bildet, in der ganzen jüdischen und christlichen Kulturwelt bis auf den heutigen Tag in allgemeiner Geltung geblieben. Dieser außerordentliche Erfolg erklärt sich nicht allein aus der engen Verbindung derselben mit den jüdischen und christlichen Glaubenslehren, sondern auch aus dem einfachen und natürlichen Ideengang, welcher dieselbe durchzieht, und welcher vortheilhaft gegen die bunte Schöpfungsmythologie der meisten anderen Völker des Alterthums absticht. Zuerst schafft Gott der Herr die Erde als anorganischen Weltkörper. Dann scheidet er Licht und Finsterniß, darauf Wasser und Festland. Nun erst ist die Erde für Organismen bewohnbar geworden und es werden zunächst die Pflanzen, später erst die Thiere erschaffen, und zwar von den letzteren zuerst die Bewohner des Wassers und der Luft, später erst die Bewohner des Festlands.

Endlich zuletzt von allen Organismen schafft Gott den Menschen, sich selbst zum Ebenbilde und zum Beherrscher der Erde.

Zwei große und wichtige Grundgedanken der natürlichen Entwickelungstheorie treten uns in dieser Schöpfungshypothese des Moses mit überraschender Klarheit und Einfachheit entgegen, der Gedanke der Sonderung oder Differenzirung, und der Gedanke der fortschreitenden Entwickelung oder Vervollkommnung. Obwohl Moses diese großen Gesetze der organischen Entwickelung, die wir später als nothwendige Folgerungen der Abstammungslehre nachweisen werden, als die unmittelbare Bildungsthätigkeit eines gestaltenden Schöpfers ansieht, liegt doch darin der erhabnere Gedanke einer fortschreitenden Entwickelung und Differenzirung der ursprünglich einfachen Materie verborgen. Wir können daher dem großartigen Naturverständniß des jüdischen Gesetzgebers und der einfach natürlichen Fassung seiner Schöpfungshypothese unsere gerechte und aufrichtige Bewunderung zollen, ohne darin eine sogenannte „göttliche Offenbarung" zu erblicken. Daß sie dies nicht sein kann, geht einfach schon daraus hervor, daß darin zwei große Grundirrthümer behauptet werden, nämlich erstens der geocentrische Irrthum, daß die Erde der feste Mittelpunkt der ganzen Welt sei, um welchen sich Sonne, Mond und Sterne bewegen; und zweitens der anthropocentrische Irrthum, daß der Mensch das vorbedachte Endziel der irdischen Schöpfung sei, für dessen Dienst die ganze übrige Natur nur geschaffen sei. Der erstere Irrthum wurde durch Kopernikus' Weltsystem im Beginn des sechszehnten, der letztere durch Lamarck's Abstammungslehre im Beginn des neunzehnten Jahrhunderts vernichtet.

Trotzdem durch Kopernikus bereits der geocentrische Irrthum der mosaischen Schöpfungsgeschichte nachgewiesen und damit die Autorität derselben als einer absolut vollkommenen göttlichen Offenbarung aufgehoben wurde, erhielt sich dieselbe dennoch bis auf den heutigen Tag in solchem Ansehen, daß sie in weiten Kreisen das Haupthinderniß für die Annahme einer natürlichen Entwickelungstheorie bildet. Bekanntlich haben selbst viele Naturforscher noch in unserem

Jahrhundert versucht, dieselbe mit den Ergebnissen der neueren Naturwissenschaft, insbesondere der Geologie, in Einklang zu bringen, und z. B. die sieben Schöpfungstage des Moses als sieben große geologische Perioden gedeutet. Indessen sind alle diese künstlichen Deutungsversuche so vollkommen verfehlt, daß sie hier keiner Widerlegung bedürfen. Die Bibel ist kein naturwissenschaftliches Werk, sondern eine Geschichts-, Gesetzes- und Religionsurkunde des jüdischen Volkes, deren hoher culturgeschichtlicher Werth dadurch nicht geschmälert wird, daß sie in allen naturwissenschaftlichen Fragen ohne maßgebende Bedeutung und voll von groben Irrthümern ist.

Wir können nun einen großen Sprung von mehr als drei Jahrtausenden machen, von Moses, welcher ungefähr um das Jahr 1480 vor Christus starb, bis auf Linné, welcher 1707 nach Christus geboren wurde. Während dieses ganzen Zeitraums wurde keine Schöpfungsgeschichte aufgestellt, welche eine bleibende Bedeutung gewann, oder deren nähere Betrachtung an diesem Orte von Interesse wäre. Insbesondere während der letzten 1500 Jahre, als das Christenthum die Weltherrschaft gewann, blieb die mit dessen Glaubenslehren verknüpfte mosaische Schöpfungsgeschichte so allgemein herrschend, daß erst das neunzehnte Jahrhundert sich entschieden dagegen aufzulehnen wagte. Selbst der große schwedische Naturforscher Linné, der Begründer der neueren Naturgeschichte, schloß sich in seinem Natursystem auf das Engste an die Schöpfungsgeschichte des Moses an.

Der außerordentliche Fortschritt, welchen Karl Linné in den sogenannten beschreibenden Naturwissenschaften that, besteht bekanntlich in der Aufstellung eines Systems der Thier- und Pflanzenarten, welches er in so folgerichtiger und logisch vollendeter Form durchführte, daß es bis auf den heutigen Tag in vielen Beziehungen die Richtschnur für alle folgenden, mit den Formen der Thiere und Pflanzen sich beschäftigenden Naturforscher geblieben ist. Obgleich das System Linné's ein künstliches war, obgleich er für die Klassifikation der Thier- und Pflanzenarten nur einzelne Theile als Eintheilungsgrundlagen hervorsuchte und anwendete, hat dennoch dieses System sich den

größten Erfolg errungen, erstens durch seine konsequente Durchführung, und zweitens durch seine ungemein wichtig gewordene Benennungsweise der Naturkörper, auf welche wir hier nothwendig sogleich einen Blick werfen müssen. Nachdem man nämlich vor Linné sich vergeblich abgemüht hatte, in das unendliche Chaos der schon damals bekannten verschiedenen Thier- und Pflanzenformen durch irgend eine passende Namengebung und Zusammenstellung Licht zu bringen, gelang es Linné durch Aufstellung der sogenannten „binären Nomenklatur" mit einem glücklichen Griff diese wichtige und schwierige Aufgabe zu lösen. Die binäre Nomenklatur oder die zweifache Benennung, wie sie Linné zuerst aufstellte, wird noch heutigen Tages ganz allgemein von allen Zoologen und Botanikern angewendet und wird sich unzweifelhaft sehr lange noch in gleicher Geltung erhalten. Sie besteht darin, daß jede Thier- und Pflanzenart mit zwei Namen bezeichnet wird, welche sich ähnlich verhalten, wie Tauf- und Familiennamen der menschlichen Individuen. Der besondere Name, welcher dem menschlichen Taufnamen entspricht, und welcher den Begriff der Art (Species) ausdrückt, dient zur gemeinschaftlichen Bezeichnung aller thierischen oder pflanzlichen Einzelwesen, welche in allen wesentlichen Formeigenschaften sich gleich sind, und sich nur durch ganz untergeordnete Merkmale unterscheiden. Der allgemeinere Name dagegen, welcher dem menschlichen Familiennamen entspricht, und welcher den Begriff der Gattung (Genus) ausdrückt, dient zur gemeinschaftlichen Bezeichnung aller nächst ähnlichen Arten oder Species. Der allgemeinere, umfassende Genusname wird nach Linné's allgemein gültiger Benennungsweise vorangesetzt; der besondere, untergeordnete Speciesname folgt ihm nach. So z. B. heißt die Hauskatze Felis domestica, die wilde Katze Felis catus, der Panther Felis pardus, der Jaguar Felis onca, der Tiger Felis tigris, der Löwe Felis leo; alle sechs Raubthierarten sind verschiedene Species eines und desselben Genus: Felis. Oder, um ein Beispiel aus der Pflanzenwelt hinzuzufügen, so heißt nach Linné's Benennung die Fichte Pinus abies, die Tanne Pinus picea, die Lärche Pinus larix, die Pinie

Pinus pinea, die Zirbelkiefer Pinus cembra, das Knieholz Pinus mughus, die gewöhnliche Kiefer Pinus silvestris; alle ſieben Nadelholzarten ſind verſchiedene Species eines und deſſelben Genus: Pinus.

Vielleicht ſcheint Ihnen dieſer von Linné herbeigeführte Fortſchritt in der praktiſchen Unterſcheidung und Benennung der vielgeſtaltigen Organismen nur von untergeordneter Wichtigkeit zu ſein. Allein in Wirklichkeit war er von der allergrößten Bedeutung, und zwar ſowohl in praktiſcher als in theoretiſcher Beziehung. Denn es wurde nun erſt möglich, die Unmaſſe der verſchiedenartigen organiſchen Formen nach dem größeren oder geringeren Grade ihrer Aehnlichkeit zuſammenzuſtellen und überſichtlich in das Fachwerk des Syſtems zu ordnen. Die Regiſtratur dieſes Fachwerks machte Linné dadurch noch überſichtlicher, daß er die nächſtähnlichen Gattungen (Genera) in ſogenannte Ordnungen (Ordines) zuſammenſtellte, und daß er die nächſtähnlichen Ordnungen in noch umfaſſenderen Hauptabtheilungen, den Klaſſen (Classes) vereinigte. Es zerfiel alſo zunächſt jedes der beiden organiſchen Reiche nach Linné in eine geringe Anzahl von Klaſſen; das Pflanzenreich in 24 Klaſſen, das Thierreich in 6 Klaſſen. Jede Klaſſe enthielt wieder mehrere Ordnungen. Jede einzelne Ordnung konnte eine Mehrzahl von Gattungen und jede einzelne Gattung wiederum mehrere Arten enthalten.

Nicht minder bedeutend aber, als der unſchätzbare praktiſche Nutzen, welcher Linné's binäre Nomenclatur ſofort für eine überſichtliche ſyſtematiſche Unterſcheidung, Benennung, Anordnung und Eintheilung der organiſchen Formenwelt hatte, war der unberechenbare theoretiſche Einfluß, welchen dieſelbe alsbald auf die geſammte allgemeine Beurtheilung der organiſchen Formen, und ganz beſonders auf die Schöpfungsgeſchichte gewann. Noch heute drehen ſich alle die wichtigen Grundfragen, welche wir vorher kurz erörterten, zuletzt um die Entſcheidung der ſcheinbar ſehr abgelegenen und unwichtigen Vorfrage, was denn eigentlich die Art oder Species iſt? Noch heute kann der Begriff der organiſchen Species als der Angelpunkt der ganzen Schöpfungsfrage bezeichnet werden, als

der ſtreitige Mittelpunkt, um deſſen verſchiedene Auffaſſung ſich alle Darwiniſten und Antidarwiniſten herumſchlagen.

Nach der Meinung Darwins und ſeiner Anhänger ſind die verſchiedenen Species einer und derſelben Gattung von Thieren und Pflanzen weiter nichts, als verſchiedenartig entwickelte Abkömmlinge einer und derſelben urſprünglichen Stammform. Die verſchiedenen vorhin genannten Nadelholzarten würden demnach von einer einzigen urſprünglichen Pinusform abſtammen. Ebenſo würden alle oben angeführten Katzenarten aus einer einzigen gemeinſamen Felisform ihren Urſprung ableiten, dem Stammvater der ganzen Gattung. Weiterhin müßten dann aber, der Abſtammungslehre entſprechend, auch alle verſchiedenen Gattungen einer und derſelben Ordnung von einer einzigen gemeinſchaftlichen Urform abſtammen, und ebenſo endlich alle Ordnungen einer Klaſſe von einer einzigen Stammform.

Nach der entgegengeſetzten Vorſtellung der Gegner Darwins ſind dagegen alle Thier- und Pflanzenſpezies ganz unabhängig von einander, und nur die Einzelweſen oder Individuen einer jeden Species ſtammen von einer einzigen gemeinſamen Stammform ab. Fragen wir ſie nun aber, wie ſie ſich denn dieſe urſprünglichen Stammformen der einzelnen Arten entſtanden denken, ſo antworten ſie uns mit einem Sprung in das Unbegreifliche: „ſie ſind als ſolche geſchaffen worden.“

Linné ſelbſt beſtimmte den Begriff der Species bereits in dieſer Weiſe, indem er ſagte: „Es gibt ſoviel verſchiedene Arten, als im Anfang verſchiedene Formen von dem unendlichen Weſen erſchaffen worden ſind.“ („Species tot sunt diversae, quot diversas formas ab initio creavit infinitum ens.“) Er ſchloß ſich alſo in dieſer Beziehung aufs Engſte an die moſaiſche Schöpfungsgeſchichte an, welche ja ebenfalls die Pflanzen und Thiere „ein jegliches nach ſeiner Art“ erſchaffen werden läßt. Näher hierauf eingehend, meinte Linné, daß urſprünglich von jeder Thier- und Pflanzenart entweder ein einzelnes Individuum oder ein Pärchen geſchaffen worden ſei; und zwar ein Pärchen, oder wie Moſes ſagt: „ein Männlein und ein Fräu-

lein" von jenen Arten, welche getrennte Geſchlechter haben; für jene Arten dagegen, bei welchen jedes Individuum beiderlei Geſchlechtsorgane in ſich vereinigt (Hermaphroditen oder Zwitter) wie z. B. die Regenwürmer, die Garten- und Weinbergsſchnecken, ſowie die große Mehrzahl der Gewächſe, meinte Linné, ſei es hinreichend, wenn ein einzelnes Individuum erſchaffen worden ſei. Linné ſchloß ſich weiterhin an die moſaiſche Legende auch in Betreff der Sündfluth an, indem er annahm, daß bei dieſer großen allgemeinen Ueberſchwemmung alle vorhandenen Organismen ertränkt worden ſeien, bis auf jene wenigen Individuen von jeder Art (ſieben Paar von den Vögeln und von dem reinen Vieh, ein Paar von dem unreinen Vieh), welche in der Arche Noah gerettet und nach beendigter Sündfluth auf dem Ararat an das Land geſetzt wurden. Die geographiſche Schwierigkeit des Zuſammenlebens der verſchiedenſten Thiere und Pflanzen ſuchte er ſich dadurch zu erklären: der Ararat in Armenien, in einem warmen Klima gelegen, und bis über 16,000 Fuß Höhe aufſteigend, vereinigt in ſich die Bedingungen für den zeitweiligen gemeinſamen Aufenthalt auch ſolcher Thiere, die in verſchiedenen Zonen leben. Es konnten zunächſt alſo die an das Polarklima gewöhnten Thiere auf den kalten Gebirgsrücken hinaufklettern, die an das warme Klima gewöhnten an den Fuß hinabgehen, und die Bewohner der gemäßigten Zone in der Mitte der Berghöhe ſich aufhalten. Von hier aus war die Möglichkeit gegeben, ſich über die Erde nach Norden und Süden zu verbreiten.

Es iſt wohl kaum nöthig zu bemerken, daß dieſe Schöpfungshypotheſe Linné's, welche ſich offenbar möglichſt eng an den herrſchenden Bibelglauben anzuſchließen ſuchte, keiner ernſtlichen Widerlegung bedarf. Wenn man die ſonſtige Klarheit des ſcharfſinnigen Linné erwägt, darf man vielleicht zweifeln, daß er ſelbſt daran glaubte. Was die gleichzeitige Abſtammung aller Individuen einer jeden Species von je einem Elternpaare (oder bei den hermaphrodiſchen Arten von je einem Stammzwitter) betrifft, ſo iſt ſie offenbar ganz unhaltbar, denn abgeſehen von anderen Gründen, würden ſchon

in den ersten Tagen nach geschehener Schöpfung die wenigen Raubthiere ausgereicht haben, sämmtlichen Pflanzenfressern den Garaus zu machen, wie die pflanzenfressenden Thiere die wenigen Individuen der verschiedenen Pflanzenarten hätten zerstören müssen. Ein solches Gleichgewicht in der Oekonomie der Natur, wie es gegenwärtig existirt, konnte unmöglich stattfinden, wenn von jeder Art nur ein Individuum oder nur ein Paar ursprünglich und gleichzeitig geschaffen wurde.

Wie wenig übrigens Linné auf diese unhaltbare Schöpfungshypothese Gewicht legte, geht unter Anderen daraus hervor, daß er die Bastarderzeugung (Hybridismus) als eine Quelle der Entstehung neuer Arten anerkannte. Er nahm an, daß eine große Anzahl von selbstständigen neuen Species auf diesem Wege, durch geschlechtliche Vermischung zweier verschiedener Species, entstanden sei. In der That kommen solche Bastarde (Hybridae) durchaus nicht selten in der Natur vor, und es ist jetzt erwiesen, daß eine große Anzahl von Arten z. B. aus den Gattungen der Brombeere (Rubus), des Wollkrauts (Verbascum), der Weide (Salix), der Distel (Cirsium) Bastarde von verschiedenen Arten dieser Gattungen sind. Ebenso kennen wir Bastarde von Hasen und Kaninchen (zwei Species der Gattung Lepus), ferner Bastarde verschiedener Arten der Hundegattung (Canis) ꝛc., welche sich als selbstständige Arten fortzupflanzen im Stande sind.

Es ist gewiß sehr bemerkenswerth, daß Linné bereits die physiologische (also mechanische) Entstehung von neuen Species auf diesem Wege der Bastardzeugung behauptete. Offenbar steht dieselbe in unvereinbarem Gegensatz mit der übernatürlichen Entstehung der anderen Species durch Schöpfung, welche er der mosaischen Schöpfungsgeschichte gemäß annahm. Die eine Abtheilung der Species würde demnach durch dualistische (teleologische) Schöpfung, die andere durch monistische (mechanische) Entwickelung entstanden sein.

Das große und wohlverdiente Ansehen, welches sich Linné durch seine systematische Klassifikation und durch seine übrigen Verdienste um die Biologie erworben hatte, war offenbar die Ursache,

daß auch seine Schöpfungsansichten das ganze vorige Jahrhundert hindurch unangefochten in voller und ganz allgemeiner Geltung blieben. Wenn nicht die ganze systematische Zoologie und Botanik die von Linné eingeführte Unterscheidung, Klassifikation und Benennung der Arten, und den damit verbundenen dogmatischen Speciesbegriff mehr oder minder unverändert beibehalten hätte, würde man nicht begreifen, daß seine Vorstellung von einer selbstständigen Schöpfung der einzelnen Species selbst bis auf den heutigen Tag ihre Herrschaft behaupten konnte. Nur durch die große Autorität Linné's und durch seine Anlehnung an den herrschenden Bibelglauben war die Erhaltung seiner Schöpfungshypothese bis auf unsere Zeit möglich.

Dritter Vortrag.

Schöpfungsgeſchichte nach Cuvier und Agaſſiz.

Allgemeine theoretiſche Bedeutung des Speciesbegriffs. Unterſchied in der theoretiſchen und praktiſchen Beſtimmung des Artbegriffs. Cuviers Definition der Species. Cuviers Verdienſte als Begründer der vergleichenden Anatomie. Unterſcheidung der vier Hauptformen (Typen oder Zweige) des Thierreichs durch Cuvier und Bär. Cuviers Verdienſte um die Paläontologie. Seine Hypotheſe von den Revolutionen des Erdballs und den durch dieſelben getrennten Schöpfungsperioden. Unbekannte, übernatürliche Urſachen dieſer Revolutionen und der darauf folgenden Neuſchöpfungen. Teleologiſches Naturſyſtem von Agaſſiz. Seine Vorſtellungen vom Schöpfungsplane und deſſen ſechs Kategorien (Gruppenſtufen des Syſtems). Agaſſiz' Anſichten von der Erſchaffung der Species. Grobe Vermenſchlichung (Anthropomorphismus) des Schöpfers in der Schöpfungshypotheſe von Agaſſiz. Innere Unhaltbarkeit derſelben und Widerſprüche mit den von Agaſſiz entdeckten wichtigen paläontologiſchen Geſetzen.

Meine Herren! Der entſcheidende Schwerpunkt in dem Meinungskampf, der von den Naturforſchern über die Entſtehung der Organismen, über ihre Schöpfung oder Entwickelung geführt wird, liegt in den Vorſtellungen, welche man ſich von dem Weſen der Art oder Species macht. Entweder hält man mit Linné die verſchiedenen Arten für ſelbſtſtändige, von einander unabhängige Schöpfungsformen, oder man nimmt mit Darwin deren Blutsverwandtſchaft an. Wenn man Linné's Anſicht theilt (welche wir in dem letzten Vortrag auseinanderſetzten), daß die verſchiedenen organiſchen Species unabhängig von einander entſtanden ſind, daß ſie keine

Blutsverwandtſchaft haben, ſo iſt man zu der Annahme gezwungen, daß dieſelben ſelbſtſtändig erſchaffen ſind; man muß entweder für jedes einzelne organiſche Individuum einen beſonderen Schöpfungsakt annehmen (wozu ſich wohl kein Naturforſcher entſchließen wird), oder man muß alle Individuen einer jeden Art von einem einzigen Individuum oder von einem einzigen Stammpaare ableiten, welches nicht auf natürlichem Wege entſtanden, ſondern durch den Machtſpruch eines Schöpfers in das Daſein gerufen iſt. Damit verläßt man aber das ſichere Gebiet vernunftgemäßer Natur-Erkenntniß und flüchtet ſich in das mythologiſche Reich des Wunderglaubens.

Wenn man dagegen mit Darwin die Formenähnlichkeit der verſchiedenen Arten auf wirkliche Blutsverwandtſchaft bezieht, ſo muß man alle verſchiedenen Species der Thier- und Pflanzenwelt als veränderte Nachkommen einer einzigen oder einiger wenigen, höchſt einfachen, urſprünglichen Stammformen betrachten. Durch dieſe Anſchauung gewinnt das natürliche Syſtem der Organismen (die baumartig verzweigte Anordnung und Eintheilung derſelben in Klaſſen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten) die Bedeutung eines wirklichen Stammbaums, deſſen Wurzel durch jene uralten längſt verſchwundenen Stammformen gebildet wird. Eine wirklich naturgemäße und folgerichtige Betrachtung der Organismen kann aber auch für dieſe einfachſten urſprünglichen Stammformen keinen übernatürlichen Schöpfungsakt annehmen, ſondern nur eine Entſtehung durch Urzeugung (Archigonie oder Generatio spontanea). Durch Darwins Anſicht von dem Weſen der Species gelangen wir daher zu einer natürlichen Entwickelungstheorie, durch Linné's Auffaſſung des Artsbegriffs dagegen zu einem übernatürlichen Schöpfungsdogma.

Die meiſten Naturforſcher nach Linné, deſſen große Verdienſte um die unterſcheidende und beſchreibende Naturwiſſenſchaft ihm das höchſte Anſehen gewannen, traten in ſeine Fußtapfen, und ohne weiter über die Entſtehung der Organiſation nachzudenken, nahmen ſie in dem Sinne Linné's eine ſelbſtſtändige Schöpfung der einzelnen

Arten an, in Uebereinstimmung mit dem mosaischen Schöpfungsbericht. Die Grundlage ihrer Speciesauffassung bildete Linné's Ausspruch: „Es gibt so viele Arten, als ursprünglich verschiedene Formen erschaffen worden sind." Jedoch müssen wir hier, ohne näher auf die Begriffsbestimmung der Species einzugehen, sogleich bemerken, daß alle Zoologen und Botaniker in der systematischen Praxis, bei der praktischen Unterscheidung und Benennung der Thier- und Pflanzenarten, sich nicht im Geringsten um jene angenommene Schöpfung ihrer elterlichen Stammformen kümmerten, und auch wirklich nicht kümmern konnten. In dieser Beziehung macht einer unserer ersten Zoologen, der geistvolle Fritz Müller, folgende treffende Bemerkung: „Wie es in christlichen Landen eine Katechismus-Moral gibt, die Jeder im Munde führt, Niemand zu befolgen sich verpflichtet hält, oder von Anderen befolgt zu sehen erwartet, so hat auch die Zoologie ihre Dogmen, die man ebenso allgemein bekennt, als in der Praxis verläugnet." („Für Darwin", S. 71)[16]. Ein solches vernunftwidriges, aber gerade darum mächtiges Dogma, und zwar das mächtigste von allen, ist das angebetete Linné'sche Species-Dogma. Obwohl die allermeisten Naturforscher demselben blindlings sich unterwarfen, waren sie doch natürlich niemals in der Lage, die Abstammung aller zu einer Art gehörigen Individuen von jener gemeinsamen, ursprünglich erschaffenen Stammform der Art nachweisen zu können. Vielmehr bedienten sich sowohl die Zoologen als die Botaniker in ihrer systematischen Praxis ausschließlich der Formähnlichkeit, um die verschiedenen Arten zu unterscheiden und zu benennen. Sie stellten in eine Art oder Species alle organischen Einzelwesen, die einander in der Formbildung sehr ähnlich oder fast gleich waren, und die sich nur durch sehr unbedeutende Formunterschiede von einander trennen ließen. Dagegen betrachteten sie als verschiedene Arten diejenigen Individuen, welche wesentlichere oder auffallendere Unterschiede in ihrer Körpergestaltung darboten. Natürlich war aber damit der größten Willkür in der systematischen Artunterscheidung Thür und Thor geöffnet. Denn da niemals alle Indivi-

duen einer Species in allen Stücken völlig gleich sind, vielmehr jede Art mehr oder weniger abändert (variirt), so vermochte Niemand zu sagen, welcher Grad der Abänderung eine wirkliche „gute Art", welcher Grad bloß eine Spielart oder Rasse (Varietät) bezeichne.

Nothwendig mußte diese dogmatische Auffassung des Speciesbegriffs und die damit verbundene Willkür zu den unlösbarsten Widersprüchen und zu den unhaltbarsten Annahmen führen. Dies zeigt sich deutlich schon bei demjenigen Naturforscher, welcher nächst Linné den größten Einfluß auf die Ausbildung der Thierkunde gewann, bei dem berühmten Cuvier (geb. 1769). Er schloß sich in seiner Auffassung und Bestimmung des Speciesbegriffs im Ganzen an Linné an, und theilte seine Vorstellung von einer unabhängigen Erschaffung der einzelnen Arten. Die Unveränderlichkeit derselben hielt Cuvier für so wichtig, daß er sich bis zu dem thörichten Ausspruche verstieg: „die Beständigkeit der Species ist eine nothwendige Bedinguug für die Existenz der wissenschaftlichen Naturgeschichte." Da Linné's Definition der Species ihm nicht genügte, machte er den Versuch, eine genauere und für die systematische Praxis mehr verwerthbare Begriffsbestimmung derselben zu geben, und zwar in folgender Definition: „Zu einer Art gehören alle diejenigen Individuen der Thiere oder Pflanzen, welche entweder von einander oder von gemeinsamen Stammeltern bewiesenermaßen abstammen, oder welche diesen so ähnlich sind, als die letzteren unter sich."

Cuvier dachte sich also in dieser Beziehung Folgendes: „Bei denjenigen organischen Individuen, von denen wir wissen, sie stammen von einer und derselben Elternform ab, bei denen also ihre gemeinsame Abstammung empirisch erwiesen ist, leidet es keinen Zweifel, daß sie zu einer Art gehören, mögen dieselben nun wenig oder viel von einander abweichen, mögen sie fast gleich oder sehr ungleich sein. Ebenso gehören dann aber zu dieser Art auch alle diejenigen Individuen, welche von den letzteren (den aus gemeinsamem Stamm empirisch abgeleiteten) nicht mehr verschieden sind, als diese unter sich von einander abweichen." Bei näherer Betrachtung dieser Spe-

ciesdefinition Cuviers zeigt ſich ſofort, daß dieſelbe weder theoretiſch befriedigend, noch praktiſch anwendbar iſt. Cuvier fing mit dieſer Definition bereits an, ſich in dem Kreiſe herum zu drehen, in welchem faſt alle folgenden Definitionen der Species im Sinne ihrer Unveränderlichkeit ſich bewegt haben.

Bei der außerordentlichen Bedeutung, welche George Cuvier für die organiſche Naturwiſſenſchaft gewonnen hat, angeſichts der faſt unbeſchränkten Alleinherrſchaft, welche ſeine Anſichten während der erſten Hälfte unſers Jahrhunderts in der Thierkunde ausübten, erſcheint es an dieſer Stelle angemeſſen, ſeinen Einfluß noch etwas näher zu beleuchten. Es iſt dies um ſo nöthiger, als wir in Cuvier den bedeutendſten Gegner der Abſtammungslehre und der durch ſie begründeten einheitlichen (moniſtiſchen) Naturauffaſſung zu bekämpfen haben.

Unter den vielen und großen Verdienſten Cuviers ſtehen obenan diejenigen, welche er ſich als Gründer der vergleichenden Anatomie erwarb. Während Linné die Unterſcheidung der Arten, Gattungen, Ordnungen und Klaſſen meiſtens auf äußere Charaktere, auf einzelne, leicht auffindbare Merkmale in der Zahl, Größe, Lage und Geſtalt einzelner organiſcher Theile des Körpers gründete, drang Cuvier viel tiefer in das Weſen der Organiſation ein. Er wies große und durchgreifende Verſchiedenheiten in dem inneren Bau der Thiere als die weſentliche Grundlage einer wiſſenſchaftlichen Erkenntniß und Klaſſifikation derſelben nach. Er unterſchied natürliche Familien im Thierreich, und er gründete auf deren vergleichende Anatomie ſein natürliches Syſtem des Thierreichs.

Der Fortſchritt von dem künſtlichen Syſtem Linné's zu dem natürlichen Syſtem Cuviers war außerordentlich bedeutend. Linné hatte ſämmtliche Thiere in eine einzige Reihe geordnet, welche er in ſechs Klaſſen eintheilte, zwei wirbelloſe und vier Wirbelthierklaſſen. Er unterſchied dieſelben künſtlich nach der Beſchaffenheit des Blutes und des Herzens. Cuvier dagegen zeigte, daß man im Thierreich vier große natürliche Hauptabtheilungen unterſcheiden müſſe, welche er

Hauptformen oder Generalpläne oder Zweige des Thierreichs (Embranchements) nannte, nämlich 1) die Wirbelthiere (Vertebrata), 2) die Gliederthiere (Articulata), 3) die Weichthiere (Mollusca), und 4) die Strahlthiere (Radiata). Er wies ferner nach, daß in jedem dieſer vier Zweige ein eigenthümlicher Bauplan oder Typus erkennbar ſei, welcher dieſen Zweig von jedem der drei andern Zweige unterſcheidet. Bei den Wirbelthieren iſt derſelbe durch die Beſchaffenheit des Skelets oder Knochengerüſtes, ſowie durch den Bau und die Lage des Rückenmarks, abgeſehen von vielen anderen Eigenthümlichkeiten, beſtimmt ausgedrückt. Die Gliederthiere werden durch ihr Bauchmark und ihr Rückenherz charakteriſirt. Für die Weichthiere iſt die ſackartige, ungegliederte Körperform bezeichnend. Die Strahlthiere endlich unterſcheiden ſich von den drei anderen Hauptformen durch die Zuſammenſetzung ihres Körpers aus vier oder mehreren, ſtrahlenförmig in einem gemeinſamen Mittelkörper vereinigten Hauptabſchnitten (Antimeren).

Man pflegt gewöhnlich die Unterſcheidung dieſer vier thieriſchen Hauptformen, welche ungemein fruchtbar für die weitere Entwickelung der Zoologie wurde, Cuvier allein zuzuſchreiben. Indeſſen wurde derſelbe Gedanke faſt gleichzeitig, und unabhängig von Cuvier, von einem der größten, noch lebenden Naturforſcher ausgeſprochen, von Bär, welcher um die Entwickelungsgeſchichte der Thiere ſich die hervorragendſten Verdienſte erwarb. Bär zeigte, daß man auch in der Entwickelungsweiſe der Thiere vier verſchiedene Hauptformen oder Typen unterſcheiden müſſe [20]). Dieſe entſprechen den vier thieriſchen Bauplänen, welche Cuvier auf Grund der vergleichenden Anatomie unterſchieden hatte. So z. B. ſtimmt die individuelle Entwickelung aller Wirbelthiere in ihren Grundzügen von Anfang an ſo ſehr überein, daß man die Keimanlagen oder Embryonen der verſchiedenen Wirbelthiere (z. B. der Reptilien, Vögel und Säugethiere) in der früheſten Zeit gar nicht unterſcheiden kann. Erſt im weiteren Verlaufe der Entwickelung treten allmählig die tieferen Formunterſchiede auf, welche jene verſchiedenen Klaſſen und

deren Ordnungen von einander trennen. Ebenso ist die Körperanlage, welche sich bei der individuellen Entwickelung der Gliederthiere (Insekten, Spinnen, Krebse) ausbildet, von Anfang an bei allen Gliederthieren im Wesentlichen gleich, dagegen verschieden von derjenigen aller Wirbelthiere. Dasselbe gilt mit gewissen Einschränkungen von den Weichthieren und von den Strahlthieren.

Weder Bär, welcher auf dem Wege der individuellen Entwickelungsgeschichte (oder Embryologie), noch Cuvier, welcher auf dem Wege der vergleichenden Anatomie zur Unterscheidung der vier thierischen Typen oder Hauptformen gelangte, erkannten die wahre Ursache dieses typischen Unterschiedes. Diese wird uns nur durch die Abstammungslehre enthüllt. Die wunderbare und wirklich überraschende Aehnlichkeit in der inneren Organisation, in den anatomischen Strukturverhältnissen, und die noch merkwürdigere Uebereinstimmung in der embryonalen Entwickelung bei allen Thieren, welche zu einem und demselben Typus, z. B. zu dem Zweige der Wirbelthiere, gehören, erklärt sich in der einfachsten Weise durch die Annahme einer gemeinsamen Abstammung derselben von einer einzigen Stammform. Alle Wirbelthiere müssen von einer einzigen ursprünglichen Wirbelthierform nothwendig abstammen. Entschließt man sich nicht zu dieser Annahme, so bleibt jene typische und durchgreifende Uebereinstimmung der verschiedensten Wirbelthiere im inneren Bau und in der Entwickelungsweise vollkommen unerklärlich. Sie kann nur durch die Vererbung erklärt werden.

Nächst der vergleichenden Anatomie der Thiere und der durch diese neu begründeten systematischen Zoologie, war es besonders die Versteinerungskunde oder Paläontologie, um welche sich Cuvier die größten Verdienste erwarb. Wir müssen dieser um so mehr gedenken, als gerade die paläontologischen und die damit verbundenen geologischen Ansichten Cuviers in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts sich fast allgemein im höchsten Ansehen erhielten, und der Entwickelung der natürlichen Schöpfungsgeschichte die größten Hindernisse entgegenstellten.

Digitized by Google

Die Versteinerungen oder Petrefakten, deren wissenschaftliche Kenntniß Cuvier im Anfange unseres Jahrhunderts in umfassendstem Maße förderte und für die Wirbelthiere ganz neu begründete, spielen in der „natürlichen Schöpfungsgeschichte" eine der wichtigsten Rollen. Denn diese in versteinertem Zustande uns erhaltenen Reste und Abdrücke von ausgestorbenen Thieren und Pflanzen sind die wahren „Denkmünzen der Schöpfung", die untrüglichen und unanfechtbaren Urkunden, welche unsere wahrhaftige Geschichte der Organismen auf unerschütterlicher Grundlage feststellen. Alle versteinerten oder fossilen Reste und Abdrücke berichten uns von der Gestalt und dem Bau solcher Thiere und Pflanzen, welche entweder die Urahnen und die Voreltern der jetzt lebenden Organismen sind, oder aber ausgestorbene Seitenlinien, die sich von einem gemeinsamen Stamm mit den jetzt lebenden Organismen abgezweigt haben.

Diese unschätzbar werthvollen Urkunden der Schöpfungsgeschichte haben sehr lange Zeit hindurch eine höchst untergeordnete Rolle in der Wissenschaft gespielt. Allerdings wurde die wahre Natur derselben schon mehr als ein halbes Jahrtausend vor Christus ganz richtig erkannt, und zwar von dem großen griechischen Philosophen Xenophanes von Kolophon, demselben, welcher die sogenannte eleatische Philosophie begründete und zum ersten Male mit überzeugender Schärfe den Beweis führte, daß alle Vorstellungen von persönlichen Göttern nur auf mehr oder weniger grobe Anthropomorphismen oder Vermenschlichungen hinauslaufen. Xenophanes stellte zum ersten Male die Behauptung auf, daß die fossilen Abdrücke von Thieren und Pflanzen wirkliche Reste von vormals lebenden Geschöpfen seien, und daß die Berge, in deren Gestein man sie findet, früher unter Wasser gestanden haben müßten. Aber obschon auch andere große Philosophen des Alterthums, und unter diesen namentlich Aristoteles, jene richtige Erkenntniß theilten, blieb dennoch während des rohen Mittelalters allgemein, und bei vielen Naturforschern selbst noch im vorigen Jahrhundert, die An-

sicht herrschend, daß die Versteinerungen sogenannte Naturspiele seien (Lusus naturae), oder Produkte einer unbekannten Bildungskraft der Natur, eines Gestaltungstriebes (Nisus formativus, Vis plastica.) Ueber das Wesen und die Thätigkeit dieser räthselhaften und mystischen Bildungskraft machte man sich die abenteuerlichsten Vorstellungen. Einige glaubten, daß diese bildende Schöpfungskraft, dieselbe, der sie auch die Entstehung der lebenden Thier- nnd Pflanzenarten zuschrieben, zahlreiche Versuche gemacht habe, Organismen verschiedener Form zu schaffen; diese Versuche seien aber nur theilweise gelungen, häufig fehlgeschlagen, und solche mißglückte Versuche seien die Versteinerungen. Nach Anderen sollten die Petrefakten durch den Einfluß der Sterne im Inneren der Erde entstehen. Andere machten sich noch eine gröbere Vorstellung, daß nämlich der Schöpfer zunächst aus mineralischen Substanzen, z. B. aus Gyps oder Thon, vorläufige Modelle von denjenigen Pflanzen- und Thierformen gemacht habe, die er später in organischer Substanz ausführte, und denen er seinen lebendigen Odem einhauchte; die Petrefakten seien solche rohe, anorganische Modelle. Selbst noch im vorigen Jahrhundert waren solche rohe Ansichten verbreitet, und es wurde z. B. eine besondere „Samenluft" (Aura seminalis) angenommen, welche mit dem Wasser in die Erde dringe und durch Befruchtung der Gesteine die Petrefakten, das „Steinfleisch" (Caro fossilis) bilde.

Sie sehen, es dauerte gewaltig lange, ehe die einfache und naturgemäße Vorstellung zur Geltung gelangte, daß die Versteinerungen wirklich nichts Anderes seien, als das, was schon der einfache Augenschein lehrt: die unverweslichen Ueberbleibsel von gestorbenen Organismen. Zwar wagte der berühmte Maler Leonardo da Vinci schon im fünfzehnten Jahrhundert zu behaupten, daß der aus dem Wasser beständig sich absetzende Schlamm die Ursache der Versteinerungen sei, indem er die auf dem Boden der Gewässer liegenden unverweslichen Kalkschalen der Muscheln und Schnecken umschließe, und allmählich zu festem Gestein erhärte. Das Gleiche be-

Digitized by Google

hauptete auch im sechszehnten Jahrhundert ein Pariser Töpfer, Palissy, welcher sich durch seine Porzellanerfindung berühmt machte. Allein die sogenannten „Gelehrten von Fach" waren weit entfernt, diese richtigen Aussprüche des einfachen gesunden Menschenverstandes zu würdigen, und erst gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts, während der Begründung der neptunistischen Geologie durch Werner, gewannen dieselben allgemeine Geltung.

Die Begründung der strengeren wissenschaftlichen Paläontologie fällt jedoch erst in den Anfang unseres Jahrhunderts, als Cuvier seine klassischen Untersuchungen über die versteinerten Wirbelthiere, und sein großer Gegner Lamarck seine bahnbrechenden Forschungen über die fossilen wirbellosen Thiere, namentlich die versteinerten Schnecken und Muscheln, veröffentlichte. In seinem unsterblichen Werke „über die fossilen Knochen" der Wirbelthiere, insbesondere der Säugethiere und Reptilien, gelangte Cuvier bereits zur Erkenntniß einiger sehr wichtigen und allgemeinen paläontologischen Gesetze, welche für die Schöpfungsgeschichte große Bedeutung gewannen. Dahin gehört vor Allen der Satz, daß die ausgestorbenen Thierarten, deren Ueberbleibsel wir in den verschiedenen, über einander liegenden Schichten der Erdrinde versteinert vorfinden, sich um so auffallender von den jetzt noch lebenden, verwandten Thierarten unterscheiden, je tiefer jene Erdschichten liegen, d. h. je früher die Thiere in der Vorzeit lebten. In der That findet man bei jedem senkrechten Durchschnitt der geschichteten Erdrinde, daß die verschiedenen, aus dem Wasser in bestimmter historischer Reihenfolge abgesetzten Erdschichten durch verschiedene Petrefakten charakterisirt sind, und daß diese ausgestorbenen Organismen denjenigen der Gegenwart um so ähnlicher werden, je weiter wir in der Schichtenfolge aufwärts steigen, d. h. je jünger die Periode der Erdgeschichte war, in der sie lebten, starben, und von den abgelagerten und erhärtenden Schlammschichten umschlossen wurden.

So wichtig diese allgemeine Wahrnehmung Cuviers einerseits war, so wurde sie doch andrerseits für ihn die Quelle eines folgen-

ſchweren Irrthums. Denn indem er die charakteriſtiſchen Verſteine-rungen jeder einzelnen größeren Schichtengruppe, welche während eines Hauptabſchnitts der Erdgeſchichte abgelagert wurde, für gänz-lich verſchieden von denen der darüber und der darunter liegenden Schichtengruppe hielt, indem er irrthümlich glaubte, daß niemals eine und dieſelbe Thierart in zwei aufeinander folgenden Schichtengruppen ſich vorfinde, gelangte er zu der falſchen Vorſtellung, welche für die mei-ſten nachfolgenden Naturforſcher maßgebend wurde, daß eine Reihe von ganz verſchiedenen Schöpfungsperioden aufeinander gefolgt ſei. Jede Periode ſollte ihre ganz beſondere Thier- und Pflanzenwelt, eine ihr eigenthümliche, ſpecifiſche Fauna und Flora beſeſſen haben. Cuvier ſtellte ſich vor, daß die ganze Geſchichte der Erdrinde ſeit der Zeit, ſeit welcher überhaupt lebende Weſen auf der Erdrinde auf-traten, in eine Anzahl vollkommen getrennter Perioden oder Hauptab-ſchnitte zerfalle, und daß die einzelnen Perioden durch eigenthümliche Umwälzungen unbekannter Natur, ſogenannte Revolutionen (Kata-klysmen oder Kataſtrophen) von einander geſchieden ſeien. Jede Re-volution hatte zunächſt die vollkommene Vernichtung der damals le-benden Thier- und Pflanzenwelt zur Folge, und nach ihrer Beendi-gung fand eine vollſtändig neue Schöpfung der organiſchen Formen ſtatt. Eine neue Welt von Thieren und Pflanzen, durchweg ſpecifiſch verſchieden von denen der vorhergehenden Geſchichtsperiode, wurde mit einem Male in das Leben gerufen, und bevölkerte nun wieder eine Reihe von Jahrtauſenden hindurch den Erdball, bis ſie plötzlich durch den Eintritt einer neuen Revolution zu Grunde ging.

Von dem Weſen und den Urſachen dieſer Revolutionen ſagte Cuvier ausdrücklich, daß man ſich keine Vorſtellung darüber machen könne, und daß die jetzt wirkſamen Kräfte der Natur zu einer Erklä-rung derſelben nicht ausreichten. Als natürliche Kräfte oder mecha-niſche Agentien, welche in der Gegenwart beſtändig, obwohl lang-ſam, an einer Umgeſtaltung der Erdoberfläche arbeiten, führt Cu-vier vier wirkende Urſachen auf: erſtens den Regen, welcher die ſteilen Gebirgsabhänge abſpült und Schutt an deren Fuß anhäuft;

Digitized by Google

zweitens die fließenden Gewäſſer, welche dieſen Schutt fortführen und als Schlamm im ſtehenden Waſſer abſetzen; drittens das Meer, deſſen Brandung die ſteilen Küſtenränder abnagt, und an flachen Küſtenſäumen Dünen anwirft; und endlich viertens die Vulkane, welche die Schichten der erhärteten Erdrinde durchbrechen und in die Höhe heben, und welche ihre Auswurfsprodukte aufhäufen und umherſtreuen. Während Cuvier die beſtändige langſame Umbildung der gegenwärtigen Erdoberfläche durch dieſe vier mächtigen Urſachen anerkennt, behauptet er gleichzeitig, daß dieſelben nicht ausgereicht haben könnten, um die Erdrevolutionen der Vorzeit auszuführen, und daß man den anatomiſchen Bau der ganzen Erdrinde nicht durch die nothwendige Wirkung jener mechaniſchen Agentien erklären könne: vielmehr müßten jene wunderbaren, großen Umwälzungen der ganzen Erdoberfläche durch ganz eigenthümliche, uns gänzlich unbekannte Urſachen bewirkt worden ſein; der gewöhnliche Entwickelungsfaden ſei durch dieſe Revolutionen zerriſſen, der Gang der Natur verändert.

Dieſe Anſichten legte Cuvier in einem beſonderen, auch ins Deutſche überſetzten Buche nieder: „Ueber die Revolutionen der Erdoberfläche, und die Veränderungen, welche ſie im Thierreich hervorgebracht haben". Sie erhielten ſich lange Zeit hindurch in allgemeiner Geltung, und wurden das größte Hinderniß für die Entwickelung einer natürlichen Schöpfungsgeſchichte. Denn wenn wirklich ſolche, Alles vernichtende Revolutionen exiſtirt hatten, ſo war natürlich eine Continuität der Artenentwickelung, ein zuſammenhängender Faden der organiſchen Erdgeſchichte gar nicht anzunehmen, und man mußte dann ſeine Zuflucht zu der Wirkſamkeit übernatürlicher Kräfte, zum Eingriff von Wundern in den natürlichen Gang der Dinge nehmen. Nur durch Wunder konnten die Revolutionen der Erde herbeigeführt ſein, und nur durch Wunder konnte nach deren Aufhören, am Anfange jeder neuen Periode, eine neue Thier- und Pflanzenwelt geſchaffen ſein. Für das Wunder hat aber die Naturwiſſenſchaft nirgends

einen Platz, sofern man unter Wunder einen Eingriff übernatürlicher Kräfte in den natürlichen Entwickelungsgang der Materie versteht.

Ebenso wie die große Autorität, welche sich Linné durch die systematische Unterscheidung und Benennung der organischen Arten gewonnen hatte, bei seinen Nachfolgern zu einer völligen Verknöcherung des dogmatischen Speciesbegriffs, und zu einem wahren Mißbrauche der systematischen Artunterscheidung führte; ebenso wurden die großen Verdienste, welche sich Cuvier um Kenntniß und Unterscheidung der ausgestorbenen Arten erworben hatte, die Ursache einer allgemeinen Annahme seiner Revolutions- oder Katastrophenlehre, und der damit verbundenen grundfalschen Schöpfungsansichten. In Folge dessen hielten während der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts die meisten Zoologen und Botaniker an der Ansicht fest, daß eine Reihe unabhängiger Perioden der organischen Erdgeschichte existirt habe; jede Periode sei durch eine bestimmte, ihr ganz eigenthümliche Bevölkerung von Thier- und Pflanzenarten ausgezeichnet gewesen; diese sei am Ende der Periode durch eine allgemeine Revolution vernichtet, und nach dem Aufhören der letzteren wiederum eine neue, spezifisch verschiedene Thier- und Pflanzenwelt erschaffen worden. Zwar machten schon frühzeitig einzelne selbstständig denkende Köpfe, vor Allen der große Naturphilosoph Lamarck, eine Reihe von gewichtigen Gründen geltend, welche diese Kataklysmentheorie Cuviers widerlegten, und welche vielmehr auf eine einzige zusammenhängende und ununterbrochene Entwickelungsgeschichte der gesammten organischen Erdbevölkerung aller Zeiten hinwiesen. Sie behaupteten, daß die Thier- und Pflanzenarten der einzelnen Perioden von denen der nächst vorhergehenden Periode abstammen und nur die veränderten Nachkommen der ersteren seien. Indessen der großen Autorität Cuviers gegenüber vermochte damals diese richtige Ansicht noch nicht durchzudringen. Ja selbst nachdem durch Lyells 1830 erschienene, classische Principien der Geologie die Katastrophenlehre Cuviers aus dem Gebiete der Geologie gänzlich verdrängt worden war, blieb seine Ansicht von der specifischen Verschiedenheit der verschiedenen organi-

Digitized by Google

schen Schöpfungen trotzdem auf dem Gebiete der Paläontologie noch vielfach in Geltung. (Gen. Morph. II., 312.)

Durch einen seltsamen Zufall geschah es vor dreizehn Jahren, daß fast zu derselben Zeit, als Cuviers Schöpfungsgeschichte durch Darwins Werk ihren Todesstoß erhielt, ein anderer berühmter Naturforscher den Versuch unternahm, dieselbe von Neuem zu begründen, und in schroffster Form als Theil eines teleologisch-theologischen Natursystems durchzuführen. Der Schweizer Geologe Louis Agassiz nämlich, welcher durch seine von Schimper und Charpentier entlehnten Gletscher- und Eiszeittheorien einen so hohen Ruf erlangt hat, und welcher seit einer Reihe von Jahren in Nordamerika lebt, begann 1858 die Veröffentlichung eines höchst großartig angelegten Werkes, welches den Titel führt: „Beiträge zur Naturgeschichte der vereinigten Staaten von Nordamerika". Der erste Band dieser Naturgeschichte, welche durch den Patriotismus der Nordamerikaner eine für ein so großes und kostspieliges Werk unerhörte Verbreitung erhielt, führt den Titel: „Ein Versuch über Klassifikation [5])". Agassiz erläutert in diesem Versuche nicht allein das natürliche System der Organismen und die verschiedenen darauf abzielenden Klassifikationsversuche der Naturforscher, sondern auch alle allgemeinen biologischen Verhältnisse welche darauf Bezug haben. Die Entwickelungsgeschichte der Organismen, und zwar sowohl die embryologische als die paläontologische, ferner die vergleichende Anatomie, sodann die allgemeine Oekonomie der Natur, die geographische und topographische Verbreitung der Thiere und Pflanzen, kurz fast alle allgemeinen Erscheinungsreihen der organischen Natur, kommen in dem Klassifikationsversuche von Agassiz zur Besprechung, und werden sämmtlich in einem Sinne und von einem Standpunkte aus erläutert, welcher demjenigen Darwins auf das Schroffste gegenübersteht. Während das Hauptverdienst Darwins darin besteht, natürliche Ursachen für die Entstehung der Thier- und Pflanzenarten nachzuweisen, und somit die mechanische oder monistische Weltanschauung auch auf diesem schwierigsten Gebiete der Schöpfungsgeschichte geltend zu machen, ist

Agassiz im Gegentheil überall bestrebt, jeden mechanischen Vorgang aus diesem ganzen Gebiete völlig auszuschließen und überall den übernatürlichen Eingriff eines persönlichen Schöpfers an die Stelle der natürlichen Kräfte der Materie zu setzen, mithin eine entschieden teleologische oder dualistische Weltanschauung zur Geltung zu bringen. Schon aus diesem Grunde werden Sie es gewiß angemessen finden, wenn ich hier auf die biologischen Ansichten von Agassiz, und insbesondere auf seine Schöpfungsvorstellungen etwas näher eingehe, um so mehr, als kein anderes Werk unserer Gegner jene wichtigen allgemeinen Grundfragen mit gleicher Ausführlichkeit behandelt, und als zugleich die völlige Unhaltbarkeit ihrer dualistischen Weltanschauung sich daraus auf das Klarste ergiebt.

Die organische Art oder Species, deren verschiedenartige Auffassung wir oben als den eigentlichen Angelpunkt der entgegengesetzten Schöpfungsansichten bezeichnet haben, wird von Agassiz, ebenso wie von Cuvier und Linné, als eine in allen wesentlichen Merkmalen unveränderliche Gestalt angesehen; zwar können die Arten innerhalb enger Grenzen abändern oder variiren, aber nur in unwesentlichen, niemals in wesentlichen Eigenthümlichkeiten. Niemals können aus den Abänderungen oder Varietäten einer Art wirkliche neue Species hervorgehen. Keine von allen organischen Arten stammt also jemals von einer anderen ab; vielmehr ist jede einzelne für sich von Gott geschaffen worden. Jede einzelne Thierart ist, wie sich Agassiz ausdrückt, ein verkörperter Schöpfungsgedanke Gottes.

In schroffem Gegensatz zu der durch die paläontologische Erfahrung festgestellten Thatsache, daß die Zeitdauer der einzelnen organischen Arten eine höchst ungleiche ist, und daß viele Species unverändert durch mehrere auf einanderfolgende Perioden der Erdgeschichte hindurchgehen, während Andere nur einen kleinen Bruchtheil einer solchen Periode durchlebten, behauptet Agassiz, daß niemals eine und dieselbe Species in zwei verschiedenen Perioden vorkomme, und daß vielmehr jede einzelne Periode durch eine ganz eigenthümliche, ihr ausschließlich angehörige Bevölkerung von Thier- und Pflanzen-

arten charakteriſirt ſei. Er theilt ferner Cuviers Anſicht, daß durch die großen und allgemeinen Revolutionen der Erdoberfläche, welche je zwei auf einander folgende Perioden trennten, jene ganze Bevölkerung vernichtet und nach deren Untergang eine neue, davon ſpecifiſch verſchiedene geſchaffen wurde. Dieſe Neuſchöpfung läßt Agaſſiz in der Weiſe geſchehen, daß jedesmal die geſammte Erdbevölkerung in ihrer durchſchnittlichen Individuenzahl und in den der Oekonomie der Natur entſprechenden Wechſelbeziehungen der einzelnen Arten vom Schöpfer als Ganzes plötzlich in die Welt geſetzt worden ſei. Hiermit tritt er einem der beſtbegründeten und wichtigſten Geſetze der Thier- und Pflanzengeographie entgegen, dem Geſetze nämlich, daß jede Species einen einzigen urſprünglichen Entſtehungsort oder einen ſogenannten Schöpfungsmittelpunkt beſitzt, von dem aus ſie ſich über die übrige Erde allmählig verbreitet hat. Statt deſſen läßt Agaſſiz jede Species an verſchiedenen Stellen der Erdoberfläche und ſogleich in einer größeren Anzahl von Individuen geſchaffen werden.

Das natürliche Syſtem der Organismen, deſſen verſchiedene über einander geordnete Gruppenſtufen oder Kategorien, die Zweige, Klaſſen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, wir der Abſtammungslehre gemäß als verſchiedene Aeſte und Zweige des gemeinſchaftlichen organiſchen Stammbaumes betrachten, iſt nach Agaſſiz der unmittelbare Ausdruck des göttlichen Schöpfungsplanes, und indem der Naturforſcher das natürliche Syſtem erforſcht, denkt er die Schöpfungsgedanken Gottes nach. Hierin findet Agaſſiz den kräftigſten Beweis dafür, daß der Menſch das Ebenbild und Kind Gottes iſt. Die verſchiedenen Gruppenſtufen oder Kategorien des natürlichen Syſtems entſprechen den verſchiedenen Stufen der Ausbildung, welche der göttliche Schöpfungsplan erlangt hatte. Beim Entwurfe und bei der Ausführung dieſes Planes vertiefte ſich der Schöpfer, von allgemeinſten Schöpfungsideen ausgehend, immer mehr in die beſonderen Einzelheiten. Was alſo z. B. das Thierreich betrifft, ſo hatte Gott bei deſſen Schöpfung zunächſt vier grundverſchiedene Ideen vom Thierkörper, welche er in dem verſchiedenen Bauplane der

vier großen Hauptformen, Typen oder Zweige des Thierreichs verkörperte, in den Wirbelthieren, Gliederthieren, Weichthieren und Strahlthieren. Indem nun der Schöpfer darüber nachdachte, in welcher Art und Weise er diese vier verschiedenen Baupläne mannichfaltig ausführen könne, schuf er zunächst innerhalb jeder der vier Hauptformen mehrere verschiedene Klassen, z. B. in der Wirbelthierform die Klassen der Säugethiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische. Weiterhin vertiefte sich dann Gott in die einzelnen Klassen und brachte durch verschiedene Abstufungen im Bau jeder Klasse deren einzelne Ordnungen hervor. Durch weitere Variation der Ordnungsform erschuf er die natürlichen Familien. Indem der Schöpfer ferner in jeder Familie die letzten Structureigenthümlichkeiten einzelner Theile variirte, entstanden die Gattungen oder Genera. Endlich zuletzt ging Gott im weiteren Ausdenken seines Schöpfungsplanes so sehr ins Einzelne, daß die einzelnen Arten oder Species ins Leben traten. Diese sind also die verkörperten Schöpfungsgedanken der speciellsten Art. Zu bedauern ist dabei nur, daß der Schöpfer diese seine speciellsten und am tiefsten durchdachten „Schöpfungsgedanken" in so sehr unklarer und lockerer Form ausdrückte und ihnen einen so verschwommenen Stempel aufprägte, eine so freie Variations-Erlaubniß mitgab, daß kein einziger Naturforscher im Stande ist, die „guten" von den „schlechten Arten", die echten „Species" von den Spielarten, Varietäten, Rassen u. s. w. zu unterscheiden. (Gen. Morph. II., 374.)

Sie sehen, der Schöpfer verfährt nach Agassiz' Vorstellung beim Hervorbringen der organischen Formen genau ebenso wie ein menschlicher Baukünstler, der sich die Aufgabe gestellt hat, möglichst viel verschiedene Bauwerke, zu möglichst mannichfaltigen Zwecken, in möglichst abweichendem Style, in möglichst verschiedenen Graden der Einfachheit, Pracht, Größe und Vollkommenheit auszudenken und auszuführen. Dieser Architect würde zunächst vielleicht für alle diese Gebäude vier verschiedene Style anwenden, etwa den gothischen, byzantinischen, chinesischen und Roccocostyl. In jedem dieser

Style würde er eine Anzahl von Kirchen, Paläſten, Kaſernen, Gefängniſſen und Wohnhäuſern bauen. Jede dieſer verſchiedenen Gebäudeformen würde er in roheren und vollkommneren, in größeren und kleineren, in einfachen und prächtigen Arten ausführen u. ſ. w. Inſofern wäre jedoch der menſchliche Architekt vielleicht noch beſſer als der göttliche Schöpfer daran, daß ihm in der Anzahl der Gruppenſtufen alle Freiheit gelaſſen wäre. Der Schöpfer dagegen darf ſich nach Agaſſiz immer nur innerhalb der genannten ſechs Gruppenſtufen oder Kategorien bewegen, innerhalb der Art, Gattung, Familie, Ordnung, Klaſſe und Typus. Mehr als dieſe ſechs Kategorien giebt es für ihn nicht.

Wenn Sie in Agaſſiz' Werk über die Klaſſifikation ſelbſt die weitere Ausführung und Begründung dieſer ſeltſamen Anſichten leſen, — und ich kann Ihnen dies nur empfehlen, — ſo werden Sie kaum begreifen, wie man mit allem Anſchein wiſſenſchaftlichen Ernſtes die Vermenſchlichung (den Anthropomorphismus) des göttlichen Schöpfers ſo weit treiben, und eben durch die Ausführung im Einzelnen bis zum verkehrteſten Unſinn ausmalen kann. In dieſer ganzen Vorſtellungsreihe iſt der Schöpfer weiter nichts als ein allmächtiger Menſch, der von Langerweile geplagt, ſich mit dem Ausdenken und Aufbauen möglichſt mannichfaltiger Spielzeuge, der organiſchen Arten, beluſtigt. Nachdem er ſich mit denſelben eine Reihe von Jahrtauſenden hindurch unterhalten, werden ſie ihm langweilig; er vernichtet ſie durch eine allgemeine Revolution der Erdoberfläche, indem er das ganze unnütze Spielzeug in Haufen zuſammenwirft, und ruft nun, um ſich an etwas Neuem und Beſſerem die Zeit zu vertreiben, eine neue und vollkommnere Thier- und Pflanzenwelt ins Leben. Um jedoch nicht die Mühe der ganzen Schöpfungsarbeit von vorn anzufangen, behält er immer den einmal ausgedachten Schöpfungsplan im Großen und Ganzen bei, und ſchafft nur lauter neue Arten, oder höchſtens neue Gattungen, viel ſeltener neue Familien, Ordnungen oder gar Klaſſen. Zu einem

neuen Typus oder Style bringt er es nie. Dabei bleibt er immer streng innerhalb jener sechs Kategorien.

Nachdem der Schöpfer so nach Agassiz' Ansicht sich Millionen von Jahrtausenden hindurch mit dem Aufbauen und Zerstören einer Reihe verschiedener Schöpfungen unterhalten hatte, kömmt er endlich zuletzt — obwohl sehr spät! — auf den guten Gedanken, sich seinesgleichen zu erschaffen, und er formt den Menschen nach seinem Ebenbilde! Hiermit ist das Endziel aller Schöpfungsgeschichte erreicht und die Reihe der Erdrevolutionen abgeschlossen. Der Mensch, das Kind und Ebenbild Gottes, giebt demselben so viel zu thun, macht ihm so viel Vergnügen und Mühe, daß er nun niemals mehr Langeweile hat, und keine neue Schöpfung mehr eintreten zu lassen braucht. Sie sehen offenbar, wenn man einmal in der Weise, wie Agassiz, dem Schöpfer durchaus menschliche Attribute und Eigenschaften beilegt, und sein Schöpfungswerk durchaus analog einer menschlichen Schöpfungsthätigkeit betrachtet, so ist man nothwendig auch zur Annahme dieser ganz absurden Konsequenzen gezwungen.

Die vielen inneren Widersprüche und die auffallenden Verkehrtheiten der Schöpfungsansichten von Agassiz, welche ihn nothwendig zu dem entschiedensten Widerstand gegen die Abstammungslehre führten, müssen aber um so mehr unser Erstaunen erregen, als derselbe durch seine früheren naturwissenschaftlichen Arbeiten in vieler Beziehung thatsächlich Darwin vorgearbeitet hat, insbesondere durch seine Thätigkeit auf dem paläontologischen Gebiete. Unter den zahlreichen Untersuchungen, welche der jungen Paläontologie schnell die allgemeine Theilnahme erwarben, schließen sich diejenigen von Agassiz, namentlich das berühmte Werk „über die fossilen Fische", zunächst ebenbürtig an die grundlegenden Arbeiten von Cuvier an. Nicht allein haben die versteinerten Fische, mit denen uns Agassiz bekannt machte, eine außerordentlich hohe Bedeutung für das Verständniß der ganzen Wirbelthiergruppe und ihrer geschichtlichen Entwickelung gewonnen; sondern wir sind dadurch auch zur sicheren Erkenntniß wichtiger allgemeiner Entwickelungsgesetze gelangt, die zum Theil

Digitized by Google

von Agaſſiz zuerſt entdeckt wurden. Insbeſondere hat derſelbe zuerſt den merkwürdigen Parallelismus zwiſchen der embryonalen und der paläontologiſchen Entwickelung, zwiſchen der Ontogenie und Phylogenie hervorgehoben, eine Uebereinſtimmung, welche ich ſchon vorher (S. 10) als eine der ſtärkſten Stützen für die Abſtammungslehre in Anſpruch genommen habe. Niemand hatte vorher ſo beſtimmt, wie es Agaſſiz that, hervorgehoben, daß von den Wirbelthieren zuerſt nur Fiſche allein exiſtirt haben, daß erſt ſpäter Amphibien auftraten, und daß erſt in noch viel ſpäterer Zeit Vögel und Säugethiere erſchienen; daß ferner von den Säugethieren, ebenſo wie von den Fiſchen, anfangs unvollkommnere, niedere Ordnungen, ſpäter erſt vollkommnere und höhere auftraten. Agaſſiz zeigte mithin, daß die paläontologiſche Entwickelung der ganzen Wirbelthiergruppe nicht allein der embryonalen parallel ſei, ſondern auch der ſyſtematiſchen Entwickelung, d. h. der Stufenleiter, welche wir überall im Syſtem von den niederen zu den höheren Klaſſen, Ordnungen u. ſ. w. aufſteigend erblicken. Zuerſt erſchienen in der Erdgeſchichte nur niedere, ſpäter erſt höhere Formen. Dieſe wichtige Thatſache erklärt ſich, ebenſo wie die Uebereinſtimmung der embryonalen und paläontologiſchen Entwickelung, ganz einfach und natürlich aus der Abſtammungslehre, während ſie ohne dieſe ganz unerklärlich iſt. Daſſelbe gilt ferner auch von dem großen Geſetz der fortſchreitenden Entwickelung, von dem hiſtoriſchen Fortſchritt der Organiſation, welcher ſowohl im Großen und Ganzen in der geſchichtlichen Aufeinanderfolge aller Organismen ſichtbar iſt, als in der beſonderen Vervollkommnung einzelner Theile des Thierkörpers. So z. B. erhielt das Skelet der Wirbelthiere, ihr Knochengerüſt, erſt langſam, allmählich und ſtufenweis den hohen Grad von Vollkommenheit, welchen es jetzt beim Menſchen und den anderen höheren Wirbelthieren beſitzt. Dieſer von Agaſſiz thatſächlich anerkannte Fortſchritt folgt aber mit Nothwendigkeit aus der von Darwin begründeten Züchtungslehre, welche die wirkenden Urſachen deſſelben nachweiſt. Wenn dieſe Lehre richtig iſt, ſo mußte nothwendig die Vollkommenheit und Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflan-

zenarten im Laufe der organiſchen Erdgeſchichte ſtufenweiſe zunehmen, und konnte erſt in neueſter Zeit ihre höchſte Ausbildung erlangen.

Alle ſo eben angeführten, nebſt einigen anderen allgemeinen Entwickelungsgeſetzen, welche von Agaſſiz ausdrücklich anerkannt und mit Recht ſtark betont werden, welche ſogar von ihm ſelbſt zum Theil erſt aufgeſtellt wurden, ſind, wie Sie ſpäter ſehen werden, nur durch die Abſtammungslehre erklärbar und bleiben ohne dieſelbe völlig unbegreiflich. Nur die von Darwin entwickelte Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung kann die wahre Urſache derſelben ſein. Dagegen ſtehen ſie alle in ſchroffem und unvereinbarem Gegenſatz mit der vorher beſprochenen Schöpfungshypotheſe von Agaſſiz, und mit allen Vorſtellungen von der zweckmäßigen Werkthätigkeit eines perſönlichen Schöpfers. Will man im Ernſt durch die letztere jene merkwürdigen Erſcheinungen und ihren inneren Zuſammenhang erklären, ſo verirrt man ſich nothwendig zu der Annahme, daß auch der Schöpfer ſelbſt ſich mit der organiſchen Natur, die er ſchuf und umbildete, entwickelt habe. Man kann ſich dann nicht mehr von der Vorſtellung los machen, daß der Schöpfer ſelbſt nach Art des menſchlichen Organismus ſeine Pläne entworfen, verbeſſert und endlich unter vielen Abänderungen ausgeführt habe. „Es wächſt der Menſch mit ſeinen höher'n Zwecken". Dieſe Gottes unwürdige Vorſtellung müſſen wir dann nothwendig auf ihn übertragen. Wenn es nach der Ehrfurcht, mit der Agaſſiz auf jeder Seite vom Schöpfer ſpricht, ſcheinen könnte, daß wir dadurch zur erhabenſten Vorſtellung von ſeinem Wirken in der Natur gelangen, ſo findet in Wahrheit das Gegentheil ſtatt. Der göttliche Schöpfer wird dadurch zu einem idealiſirten Menſchen erniedrigt, zu einem in der Entwickelung fortſchreitenden Organismus.

Bei der weiten Verbreitung und dem hohen Anſehen, welches ſich Agaſſiz' Werk erworben hat, und welches in Anbetracht der früheren wiſſenſchaftlichen Verdienſte des Verfaſſers wohl gerechtfertigt iſt, glaubte ich es Ihnen ſchuldig zu ſein, die gänzliche Unhaltbarkeit ſeiner allgemeinen Anſichten hier kurz hervorzuheben. Sofern dies

Google

Werk eine naturwissenschaftliche Schöpfungsgeschichte sein will, ist dasselbe unzweifelhaft gänzlich verfehlt. Es hat aber außerordentlichen Werth, als der einzige ausführliche und mit wissenschaftlichen Beweisgründen geschmückte Versuch, den in neuerer Zeit ein hervorragender Naturforscher zur Begründung einer teleologischen oder dualistischen Schöpfungsgeschichte unternommen hat. Die innere Unmöglichkeit einer solchen wird dadurch klar vor Jedermanns Augen gelegt. Kein Gegner von Agassiz hätte vermocht, die von ihm entwickelte dualistische Anschauung von der organischen Natur und ihrer Entstehung so schlagend zu widerlegen, als ihm dies selbst durch die überall hervortretenden inneren Widersprüche gelungen ist.

Die Gegner der monistischen oder mechanischen Weltanschauung haben das Werk von Agassiz mit Freuden begrüßt und erblicken darin eine vollendete Beweisführung für die unmittelbare Schöpfungsthätigkeit eines persönlichen Gottes. Allein sie übersehen dabei, daß dieser persönliche Schöpfer bloß ein mit menschlichen Attributen ausgerüsteter, idealisirter Organismus ist. Diese niedere dualistische Gottesvorstellung entspricht einer niederen thierischen Entwickelungsstufe des menschlichen Organismus. Der höher entwickelte Mensch der Gegenwart ist befähigt und berechtigt zu jener unendlich edleren und erhabeneren Gottesvorstellung, welche allein mit der monistischen Weltanschauung verträglich ist, und welche Gottes Geist und Kraft in allen Erscheinungen ohne Ausnahme erblickt. Diese monistische Gottesidee, welcher die Zukunft gehört, hat schon Giordano Bruno einst mit den Worten ausgesprochen: „Ein Geist findet sich in allen Dingen, und es ist kein Körper so klein, daß er nicht einen Theil der göttlichen Substanz in sich enthielte, wodurch er beseelt wird". Diese veredelte Gottesidee ist es, von welcher Goethe sagt: „Gewiß es giebt keine schönere Gottesverehrung, als diejenige, welche kein Bild bedarf, welche aus dem Wechselgespräch mit der Natur in unserem Busen entspringt". Durch sie gelangen wir zu der erhabenen Vorstellung von der Einheit Gottes und der Natur.

Vierter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Goethe und Oken.

Wiſſenſchaftliche Unzulänglichkeit aller Vorſtellungen von einer Schöpfung der einzelnen Arten. Nothwendigkeit der entgegengeſetzten Entwickelungstheorien. Geſchichtlicher Ueberblick über die wichtigſten Entwickelungstheorien. Ariſtoteles. Seine Lehre von der Urzeugung. Die Bedeutung der Naturphiloſophie. Goethe. Seine Verdienſte als Naturforſcher. Seine Metamorphoſe der Pflanzen. Seine Wirbeltheorie des Schädels. Seine Entdeckung des Zwiſchenkiefers beim Menſchen. Goethe's Theilnahme an dem Streite zwiſchen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire. Goethe's Entdeckung der beiden organiſchen Bildungstriebe, des konſervativen Specifikationstriebes (der Vererbung), und des progreſſiven Umbildungstriebes (der Anpaſſung). Goethe's Anſicht von der gemeinſamen Abſtammung aller Wirbelthiere mit Inbegriff des Menſchen. Entwickelungstheorie von Gottfried Reinhold Treviranus. Seine moniſtiſche Naturauffaſſung. Oken. Seine Naturphiloſophie. Okens Vorſtellung vom Urſchleim (Protoplasmatheorie). Okens Vorſtellung von den Infuſorien (Zellentheorie). Okens Entwickelungstheorie.

Meine Herren! Alle verſchiedenen Vorſtellungen, welche wir uns über eine ſelbſtſtändige, von einander unabhängige Entſtehung der einzelnen organiſchen Arten durch Schöpfung machen können, laufen, folgerichtig durchdacht, auf einen ſogenannten Anthropomorphismus, d. h. auf eine Vermenſchlichung des Schöpfers hinaus, wie wir in dem letzten Vortrage bereits gezeigt haben. Es wird da der Schöpfer zu einem Organismus, der ſich einen Plan entwirft, dieſen Plan durchdenkt und verändert, und ſchließlich die Geſchöpfe nach dieſem Plane ausführt, wie ein menſchlicher Architekt

sein Bauwerk. Wenn selbst so hervorragende Naturforscher wie Linné, Cuvier und Agassiz, die Hauptvertreter der dualistischen Schöpfungshypothese, zu keiner genügenderen Vorstellung gelangen konnten, so wird daraus am besten die Unzulänglichkeit aller derjenigen Vorstellungen hervorgehen, welche die Mannichfaltigkeit der organischen Natur aus einer solchen Schöpfung der einzelnen Arten ableiten wollen. Es haben zwar einige Naturforscher, welche das wissenschaftlich ganz Unbefriedigende dieser Vorstellung einsahen, versucht, den Begriff des persönlichen Schöpfers durch denjenigen einer unbewußt wirkenden schöpferischen Naturkraft zu ersetzen; indessen ist dieser Ausdruck offenbar eine bloße umschreibende Redensart, sobald nicht näher gezeigt wird, worin diese Naturkraft besteht, und wie sie wirkt. Daher haben auch diese letzteren Versuche durchaus keine Geltung in der Wissenschaft errungen. Vielmehr hat man sich genöthigt gesehen, sobald man eine selbstständige Entstehung der verschiedenen Thier- und Pflanzenformen annahm, immer auf ebenso viele Schöpfungsakte zurückzugreifen, d. h. auf übernatürliche Eingriffe des Schöpfers in den natürlichen Gang der Dinge, der im Uebrigen ohne seine Mitwirkung abläuft.

Nun haben allerdings verschiedene teleologische Naturforscher, welche die wissenschaftliche Unzulässigkeit einer übernatürlichen „Schöpfung" fühlten, die letztere noch dadurch zu retten gesucht, daß sie unter Schöpfung „Nichts weiter als eine uns unbekannte, unfaßbare Weise der Entstehung" verstanden wissen wollten. Dieser sophistischen Ausflucht schneidet der treffliche Fritz Müller mit folgender schlagenden Gegenbemerkung jeden Rettungspfad ab: „Es soll dadurch nur in verblümter Weise das verschämte Geständniß ausgesprochen werden, daß man über die Entstehung der Arten „gar keine Meinung habe" und haben wolle. Nach dieser Erklärung des Wortes würde man ebensowohl von der Schöpfung der Cholera und der Syphilis, von der Schöpfung einer Feuersbrunst und eines Eisenbahnunglücks, wie von der Schöpfung des Menschen reden können." (Jenaische Zeitschrift f. M. u. N. V. Bd. S. 272).

Gegenüber nun dieser vollständigen wissenschaftlichen Unzulässigkeit aller Schöpfungshypothesen sind wir gezwungen, zu den entgegengesetzten Entwickelungstheorien der Organismen unsere Zuflucht zu nehmen, wenn wir uns überhaupt eine vernünftige Vorstellung von der Entstehung der Organismen machen wollen. Wir sind gezwungen und verpflichtet dazu, selbst wenn diese Entwickelungstheorien nur einen Schimmer von Wahrscheinlichkeit auf eine mechanische, natürliche Entstehung der Thier- und Pflanzenarten fallen lassen; um so mehr aber, wenn, wie Sie sehen werden, diese Theorien eben so einfach und klar, als vollständig und umfassend die gesammten Thatsachen erklären. Diese Entwickelungstheorien sind keineswegs, wie sie oft fälschlich angesehen werden, willkürliche Einfälle, oder beliebige Erzeugnisse der Einbildungskraft, welche nur die Entstehung dieses oder jenes einzelnen Organismus annähernd zu erklären vermögen; sondern sie sind streng wissenschaftlich begründete Theorien, welche von einem festen und klaren Standpunkte aus die Gesammtheit der organischen Naturerscheinungen, und insbesondere die Entstehung der organischen Species auf das Einfachste erklären, und als die nothwendigen Folgen mechanischer Naturvorgänge nachweisen.

Wie ich bereits im zweiten Vortrage Ihnen zeigte, fallen diese Entwickelungstheorien naturgemäß mit derjenigen allgemeinen Weltanschauung zusammen, welche man gewöhnlich als die einheitliche oder monistische, häufig auch als die mechanische oder causale zu bezeichnen pflegt, weil sie nur mechanische oder nothwendig wirkende Ursachen (causae efficientes) zur Erklärung der Naturerscheinungen in Anspruch nimmt. Ebenso fallen auf der anderen Seite die von uns bereits betrachteten übernatürlichen Schöpfungshypothesen mit derjenigen, völlig entgegengesetzten Weltauffassung zusammen, welche man im Gegensatz zur ersteren die zwiespältige oder dualistische, oft auch die teleologische oder vitale nennt, weil sie die organischen Naturerscheinungen aus der Wirksamkeit zweckthätiger oder zweckmäßig wirkender Ursachen (causae finales) ableitet. Gerade in diesem tiefen inneren Zusammenhang der verschiedenen

Schöpfungstheorien mit den höchsten Fragen der Philosophie liegt für uns die Anreizung zu ihrer eingehenden Betrachtung.

Der Grundgedanke, welcher allen natürlichen Entwickelungstheorien nothwendig zu Grunde liegen muß, ist derjenige einer allmählichen Entwickelung aller (auch der vollkommensten) Organismen aus einem einzigen oder aus sehr wenigen, ganz einfachen und ganz unvollkommenen Urwesen, welche nicht durch übernatürliche Schöpfung, sondern durch Urzeugung oder Archigonie (Generatio spontanea) aus anorganischer Materie entstanden. Eigentlich sind in diesem Grundgedanken zwei verschiedene Vorstellungen verbunden, welche aber in tiefem inneren Zusammenhang stehen, nämlich erstens die Vorstellung der Urzeugung oder Archigonie der ursprünglichen Stammwesen, und zweitens die Vorstellung der fortschreitenden Entwickelung der verschiedenen Organismenarten aus jenen einfachsten Stammwesen. Diese beiden wichtigen mechanischen Vorstellungen sind die unzertrennlichen Grundgedanken jeder streng wissenschaftlich durchgeführten Entwickelungstheorie. Weil dieselbe eine Abstammung der verschiedenen Thier- und Pflanzenarten von einfachsten gemeinsamen Stammarten behauptet, konnten wir sie auch als Abstammungslehre (Descendenztheorie), und weil damit zugleich eine Umbildung der Arten verbunden ist, als Umbildungslehre (Transmutationstheorie) bezeichnen.

Während übernatürliche Schöpfungsgeschichten schon vor vielen Jahrtausenden, in jener unvordenklichen Urzeit entstanden sein müssen, als der Mensch, eben erst aus dem Affenzustande sich entwickelnd, zum ersten Male anfing, eingehender über sich selbst und über die Entstehung der ihn umgebenden Körperwelt nachzudenken, so sind dagegen die natürlichen Entwickelungstheorien nothwendig viel jüngeren Ursprungs. Wir können diesen erst bei gereifteren Culturvölkern begegnen, denen durch philosophische Bildung die Nothwendigkeit einer natürlichen Ursachenerkenntniß klar geworden war; und auch bei diesen dürfen wir zunächst nur von einzelnen bevorzugten Naturen erwarten, daß sie den Ursprung der Erscheinungswelt ebenso wie deren Ent-

wickelungsgang, als die nothwendige Folge von mechanischen, natürlich wirkenden Ursachen erkannten. Bei keinem Volke waren diese Vorbedingungen für die Entstehung einer natürlichen Entwickelungstheorie jemals so vorhanden, wie bei den Griechen des klassischen Alterthums. Diesen fehlte aber auf der anderen Seite zu sehr die nähere Bekanntschaft mit den Thatsachen der Naturvorgänge und ihren Formen, und somit die erfahrungsmäßige Grundlage für eine weitere Durchbildung der Entwickelungstheorie. Die exakte Naturforschung und die überall auf empirischer Basis begründete Naturerkenntniß war ja dem Alterthum ebenso wie dem Mittelalter fast ganz unbekannt und ist erst eine Errungenschaft der neueren Zeit. Wir haben daher auch hier keine nähere Veranlassung, auf die natürlichen Entwickelungstheorien der verschiedenen griechischen Weltweisen einzugehen, da denselben zu sehr die erfahrungsmäßige Kenntniß sowohl von der organischen als von der anorganischen Natur abging, und sie sich demgemäß fast immer nur in luftigen Speculationen verirrten.

Nur einen Mann müssen wir hier ausnahmsweise hervorheben, den größten und den einzigen wahrhaft großen Naturforscher des Alterthums und des Mittelalters, einen der erhabensten Genien aller Zeiten: Aristoteles. Wie derselbe in empirisch-philosophischer Naturerkenntniß, und insbesondere im Verständniß der organischen Natur, während eines Zeitraums von mehr als zweitausend Jahren einzig dasteht, beweisen uns die kostbaren Reste seiner nur theilweis erhaltenen Werke. Auch von einer natürlichen Entwickelungstheorie finden sich in denselben mehrfache Spuren vor. Aristoteles nimmt mit voller Bestimmtheit die Urzeugung als die natürliche Entstehungsart der niederen organischen Wesen an. Er läßt Thiere und Pflanzen aus der Materie selbst durch deren ureigene Kraft entstehen, so z. B. Motten aus Wolle, Flöhe aus faulem Mist, Milben aus feuchtem Holz u. s. w. Da ihm jedoch die Unterscheidung der organischen Species, welche erst mehr als zweitausend Jahre später Linné gelang, unbekannt war, konnte er über deren genealogisches Verhältniß sich wohl noch keine Vorstellungen bilden.

Digitized by Google

Der Grundgedanke der Entwickelungstheorie, daß die verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten ſich aus gemeinſamen Stammarten durch Umbildung entwickelt haben, konnte natürlich erſt klar ausgeſprochen werden, nachdem die Arten oder Species ſelbſt genauer bekannt geworden, und nachdem auch ſchon die ausgeſtorbenen Species neben den lebenden in Betracht gezogen und eingehender mit letzteren verglichen worden waren. Dies geſchah erſt gegen Ende des vorigen und im Beginn unſeres Jahrhunderts. Erſt im Jahre 1801 ſprach der große Lamarck die Entwickelungstheorie aus, welche er 1809 in ſeiner klaſſiſchen „Philosophie zoologique“ weiter ausführte [2]). Während Lamarck und ſein Landsmann Geoffroy S. Hilaire in Frankreich den Anſichten Cuviers gegenüber traten und eine natürliche Entwickelung der organiſchen Species durch Umbildung und Abſtammung behaupteten, vertraten gleichzeitig in Deutſchland Goethe und Oken dieſelbe Richtung und halfen die Entwickelungstheorie begründen. Da man gewöhnlich alle dieſe Naturforſcher als „Naturphiloſophen“ zu bezeichnen pflegt, und da dieſe vieldeutige Bezeichnung in einem gewiſſen Sinne ganz richtig iſt, ſo erſcheint es mir zunächſt angemeſſen, hier einige Worte über die richtige Würdigung der Naturphiloſophie vorauszuſchicken.

Während man in England ſchon ſeit langer Zeit die Begriffe Naturwiſſenſchaft und Philoſophie faſt als gleichbedeutend anſieht, und mit vollem Recht jeden wahrhaft wiſſenſchaftlich arbeitenden Naturforſcher einen Naturphiloſophen nennt, wird dagegen in Deutſchland ſchon ſeit mehr als einem halben Jahrhundert die Naturwiſſenſchaft ſtreng von der Philoſophie geſchieden, und die naturgemäße Verbindung beider zu einer wahren „Naturphiloſophie“ wird nur von Wenigen anerkannt. An dieſer Verkennung ſind die phantaſtiſchen Ausſchreitungen der früheren deutſchen Naturphiloſophen, Okens, Schellings u. ſ. w. Schuld, welche glaubten, die Naturgeſetze aus ihrem Kopfe konſtruiren zu können, ohne überall auf dem Boden der thatſächlichen Erfahrung ſtehen bleiben zu müſſen. Als ſich dieſe Anmaßungen in ihrer ganzen Leerheit herausgeſtellt hatten, ſchlugen die

Naturforscher unter der „Nation von Denkern" in das gerade Gegentheil um, und glaubten, das hohe Ziel der Wissenschaft, die Erkenntniß der Wahrheit, auf dem Wege der nackten sinnlichen Erfahrung, ohne jede philosophische Gedankenarbeit erreichen zu können. Von nun an, besonders seit dem Jahre 1830, machte sich bei den meisten Naturforschern eine starke Abneigung gegen jede allgemeinere, philosophische Betrachtung der Natur geltend. Man fand nun das eigentliche Ziel der Naturwissenschaft in der Erkenntniß des Einzelnen und glaubte dasselbe in der Biologie erreicht, wenn man mit Hülfe der feinsten Instrumente und Beobachtungsmittel die Formen und die Lebenserscheinungen aller einzelnen Organismen ganz genau erkannt haben würde. Zwar gab es immerhin unter diesen streng empirischen oder sogenannten exakten Naturforschern zahlreiche, welche sich über diesen beschränkten Standpunkt erhoben und das letzte Ziel in einer Erkenntniß allgemeiner Organisationsgesetze finden wollten. Indessen die große Mehrzahl der Zoologen und Botaniker in den letzten drei bis vier Decennien wollte von solchen allgemeinen Gesetzen Nichts wissen; sie gestanden höchstens zu, daß vielleicht in ganz entfernter Zukunft, wenn man einmal am Ende aller empirischen Erkenntniß angelangt sein würde, wenn alle einzelnen Thiere und Pflanzen vollständig untersucht worden seien, man daran denken könne, allgemeine biologische Gesetze zu entdecken.

Wenn Sie die wichtigsten Fortschritte, die der menschliche Geist in der Erkenntniß der Wahrheit gemacht hat, zusammenfassend vergleichen, so werden Sie bald sehen, daß es stets philosophische Gedankenoperationen sind, durch welche diese Fortschritte erzielt wurden, und daß jene, allerdings nothwendig vorhergehende sinnliche Erfahrung und die dadurch gewonnene Kenntniß des Einzelnen nur die Grundlage für jene allgemeinen Gesetze liefern. Empirie und Philosophie stehen daher keineswegs in so ausschließendem Gegensatz zu einander, wie es bisher von den Meisten angenommen wurde; sie ergänzen sich vielmehr nothwendig. Der Philosoph, welchem der unumstößliche Boden der sinnlichen Erfahrung, der empirischen Kennt-

Digitized by Google

niß fehlt, gelangt in seinen allgemeinen Speculationen sehr leicht zu Fehlschlüssen, welche selbst ein mäßig gebildeter Naturforscher sofort widerlegen kann. Andrerseits können die rein empirischen Naturforscher, die sich nicht um philosophische Zusammenfassung ihrer sinnlichen Wahrnehmungen bemühen, und nicht nach allgemeinen Erkenntnissen streben, die Wissenschaft nur in sehr geringem Maße fördern, und der Hauptwerth ihrer mühsam gewonnenen Einzelkenntnisse liegt in den allgemeinen Resultaten, welche später umfassendere Geister aus denselben ziehen. Bei einem allgemeinen Ueberblick über den Entwickelungsgang der Biologie seit Linné finden Sie leicht, wie dies Bär ausgeführt hat, ein beständiges Schwanken zwischen diesen beiden Richtungen, ein Ueberwiegen einmal der empirischen (sogenannten exakten) und dann wieder der philosophischen (speculativen) Richtung. So hatte sich schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts, im Gegensatz gegen Linné's rein empirische Schule, eine naturphilosophische Reaction erhoben, deren bewegende Geister, Lamarck, Geoffroy S. Hilaire, Goethe und Oken, durch ihre Gedankenarbeit Licht und Ordnung in das Chaos des aufgehäuften empirischen Rohmaterials zu bringen suchten. Gegenüber den vielfachen Irrthümern und den zu weit gehenden Spekulationen dieser Naturphilosophen trat dann Cuvier auf, welcher eine zweite, rein empirische Periode herbeiführte. Diese erreichte ihre einseitigste Entwickelung während der Jahre 1830—1860, und nun folgte ein zweiter philosophischer Rückschlag, durch Darwins Werk veranlaßt. Man fing nun im letzten Decennium wieder an, sich zur Erkenntniß der allgemeinen Naturgesetze hinzuwenden, denen doch schließlich alle einzelnen Erfahrungskenntnisse nur als Grundlage dienen, und durch welche letztere erst Werth erlangen. Durch die Philosophie wird die Naturkunde erst zur wahren Wissenschaft, zur „Naturphilosophie" (Gen. Morph. I, 63—108).

Unter den großen Naturphilosophen, denen wir die erste Begründung einer organischen Entwickelungstheorie verdanken, und welche neben Charles Darwin als die Urheber der Abstammungslehre

glänzen, stehen obenan Jean Lamarck und Wolfgang Goethe. Jedes der drei großen Kulturländer der Neuzeit, Deutschland, England und Frankreich, hat einen geistvollen Naturforscher zur Lösung dieser hohen Aufgabe entsandt. Ich wende mich zunächst zu unserm theuren Goethe, welcher von Allen uns Deutschen am nächsten steht. Bevor ich Ihnen jedoch seine besonderen Verdienste um die Entwickelungstheorie erläutere, scheint es mir passend, Einiges über seine Bedeutung als Naturforscher überhaupt zu sagen, da dieselbe gewöhnlich sehr verkannt wird.

Gewiß die Meisten unter Ihnen verehren Goethe nur als Dichter und Menschen; nur Wenige werden eine Vorstellung von dem hohen Werth haben, den seine naturwissenschaftlichen Arbeiten besitzen, von dem Riesenschritt, mit dem er seiner Zeit vorauseilte, — so vorauseilte, daß eben die meisten Naturforscher der damaligen Zeit ihm nicht nachkommen konnten. Das Mißgeschick, daß seine naturphilosophischen Verdienste von seinen Zeitgenossen verkannt wurden, hat Goethe beständig tief berührt. An verschiedenen Stellen seiner naturwissenschaftlichen Schriften beklagt er sich bitter über die beschränkten Fachleute, welche seine Arbeiten nicht zu würdigen verstehen, welche den Wald vor lauter Bäumen nicht sehen, und welche sich nicht dazu erheben können, aus dem Wust des Einzelnen allgemeine Naturgesetze herauszufinden. Nur zu gerecht ist sein Vorwurf: „Der Philosoph wird gar bald entdecken, daß sich die Beobachter selten zu einem Standpunkte erheben, von welchem sie so viele bedeutend bezügliche Gegenstände übersehen können.“ Wesentlich allerdings wurde diese Verkennung verschuldet durch den falschen Weg, auf welchen Goethe in seiner Farbenlehre gerieth. Die Farbenlehre, die er selbst als das Lieblingskind seiner Muße bezeichnet, ist in ihren Grundlagen durchaus verfehlt, soviel Schönes sie auch im Einzelnen enthalten mag. Die exakte mathematische Methode, mittelst welcher man allein zunächst in den anorganischen Naturwissenschaften, in der Physik vor Allem, Schritt für Schritt auf unumstößlich fester Basis weiter bauen kann, war Goethe durchaus zuwider. Er ließ sich in der Verwer-

fung derſelben nicht allein zu großen Ungerechtigkeiten gegen die hervorragendſten Phyſiker hinreißen, ſondern auch auf Irrwege verleiten, die ſeinen übrigen werthvollen Arbeiten ſehr geſchadet haben. Ganz etwas Anderes iſt es in den organiſchen Naturwiſſenſchaften, in welchen wir nur ſelten im Stande ſind, von Anfang an gleich auf der unumſtößlich feſten, mathematiſchen Baſis vorzugehen, vielmehr gezwungen ſind, wegen der unendlich ſchwierigen und verwickelten Natur der Aufgabe, uns zunächſt Induktionsſchlüſſe zu bilden; d. h. wir müſſen aus zahlreichen einzelnen Beobachtungen, die doch nicht ganz vollſtändig ſind, ein allgemeines Geſetz zu begründen ſuchen. Die Vergleichung der verwandten Erſcheinungsreihen, die Combination iſt hier das wichtigſte Forſchungsinſtrument, und dieſe wurde von Goethe mit ebenſo viel Glück als bewußter Wertherkenntniß bei ſeinen naturphiloſophiſchen Arbeiten angewandt.

Von den Schriften Goethe's, die ſich auf die organiſche Natur beziehen, iſt am berühmteſten die Metamorphoſe der Pflanzen geworden, welche 1790 erſchien; ein Werk, welches inſofern den Grundgedanken der Entwickelungstheorie deutlich erkennen läßt, als Goethe darin bemüht war, ein einziges Grundorgan nachzuweiſen, durch deſſen unendlich mannichfaltige Ausbildung und Umbildung man ſich den ganzen Formenreichthum der Pflanzenwelt entſtanden denken könne; dieſes Grundorgan fand er im Blatt. Wenn damals ſchon die Anwendung des Mikroſkops eine allgemeine geweſen wäre, wenn Goethe den Bau der Organismen mit dem Mikroſkop durchforſcht hätte, ſo würde er noch weiter gegangen ſein, und das Blatt bereits als ein Vielfaches von individuellen Theilen niederer Ordnung, von Zellen, erkannt haben. Er würde dann nicht das Blatt, ſondern die Zelle als das eigentliche Grundorgan aufgeſtellt haben, durch deſſen Vermehrung, Umbildung und Verbindung (Syntheſe) zunächſt das Blatt entſteht; ſowie weiterhin durch Umbildung, Variation und Zuſammenſetzung der Blätter alle die mannichfaltigen Schönheiten in Form und Farbe entſtehen, welche wir ebenſo an den echten Ernährungsblättern, wie an den Fortpflanzungsblättern oder den Blüthen-

theilen der Pflanzen bewundern. Indeſſen ſchon dieſer Grundgedanke war durchaus richtig. Goethe zeigte darin, daß man, um das Ganze der Erſcheinung zu erfaſſen, erſtens vergleichen und dann zweitens einen einfachen Typus, eine einfache Grundform, ein Thema gewiſſermaßen ſuchen müſſe, von dem alle übrigen Geſtalten nur die unendlich mannichfaltigen Variationen ſeien.

Etwas Aehnliches, wie er hier in der Metamorphoſe der Pflanzen leiſtete, gab er dann für die Wirbelthiere in ſeiner berühmten Wirbeltheorie des Schädels. Goethe zeigte zuerſt, unabhängig von Oken, welcher faſt gleichzeitig auf denſelben Gedanken kam, daß der Schädel des Menſchen und aller anderen Wirbelthiere, zunächſt der Säugethiere, Nichts weiter ſei als eine Knochenkapſel, zuſammengeſetzt aus denſelben Stücken, aus denen auch das Rückgrat oder die Wirbelſäule zuſammengeſetzt iſt, aus Wirbeln. Die Wirbel des Schädels ſind gleich denen des Rückgrats hinter einander gelegene Knochenringe, welche am Kopfe nur eigenthümlich umgebildet und geſondert (differenzirt) ſind. Auch dieſe Grundidee war außerordentlich wichtig. Sie gehörte in jener Zeit zu den größten Fortſchritten der vergleichenden Anatomie, und war nicht allein für das Verſtändniß des Wirbelthierbaues eine der erſten Grundlagen, ſondern erklärte zugleich viele einzelne Erſcheinungen. Wenn zwei Körpertheile, die auf den erſten Blick ſo verſchieden ausſehen, wie der Hirnſchädel und die Wirbelſäule, ſich als urſprünglich gleichartige, aus einer und derſelben Grundlage hervorgebildete Theile nachweiſen ließen, ſo war damit eine der ſchwierigſten naturphiloſophiſchen Aufgaben gelöſt. Auch hier wieder war es der Gedanke des einheitlichen Typus, der Gedanke des einzigen Themas, das nur in den verſchiedenen Arten und in den Theilen der einzelnen Arten unendlich variirt wird, den wir als einen außerordentlich großen Fortſchritt begrüßen müſſen.

Es waren aber nicht bloß ſolche weitgreifende Geſetze, um deren Erkenntniß ſich Goethe bemühte, ſondern es waren auch zahlreiche einzelne, namentlich vergleichend-anatomiſche Unterſuchungen, die ihn lange Zeit hindurch aufs lebhafteſte beſchäftigten. Unter die-

Google

sen ist vielleicht keine interessanter, als die Entdeckung des Zwischenkiefers beim Menschen. Da diese in mehrfacher Beziehung von Interesse für die Entwickelungstheorie ist, so erlaube ich mir, Ihnen dieselbe kurz hier darzulegen. Es existiren bei sämmtlichen Säugethieren in der oberen Kinnlade zwei Knochenstückchen, welche in der Mittellinie des Gesichts, unterhalb der Nase, sich berühren, und in der Mitte zwischen den beiden Hälften des eigentlichen Oberkieferknochens gelegen sind. Dieses Knochenpaar, welches die vier oberen Schneidezähne trägt, ist bei den meisten Säugethieren ohne Weiteres sehr leicht zu erkennen; beim Menschen dagegen war es zu jener Zeit nicht bekannt, und berühmte vergleichende Anatomen legten sogar auf diesen Mangel des Zwischenkiefers einen sehr großen Werth, indem sie denselben als Hauptunterschied zwischen Menschen und Affen ansahen; es wurde der Mangel des Zwischenkiefers seltsamer Weise als der menschlichste aller menschlichen Charaktere hervorgehoben. Nun wollte es Goethe durchaus nicht in den Kopf, daß der Mensch, der in allen übrigen körperlichen Beziehungen offenbar nur ein höher entwickeltes Säugethier sei, diesen Zwischenkiefer entbehren solle. Er behauptete a priori als eine Deduction aus dem allgemeinen Inductionsgesetz des Zwischenkiefers bei den Säugethieren, daß derselbe auch beim Menschen vorkommen müsse; und er hatte keine Ruhe, bis er bei Vergleichung einer großen Anzahl von Schädeln wirklich den Zwischenkiefer auffand. Bei einzelnen Individuen ist derselbe die ganze Lebenszeit hindurch erhalten, während er gewöhnlich frühzeitig mit dem benachbarten Oberkiefer verwächst, und nur bei sehr jugendlichen Menschenschädeln als selbstständiger Knochen nachzuweisen ist. Bei den menschlichen Embryonen kann man ihn jetzt jeden Augenblick vorzeigen. Es ist der Zwischenkiefer also beim Menschen in der That vorhanden, und es gebührt Goethe der große Ruhm, diese in vielfacher Beziehung wichtige Thatsache zuerst festgestellt zu haben, und zwar gegen den Widerspruch der wichtigsten Fachautoritäten, z. B. des berühmten Anatomen Peter Camper. Besonders interessant ist dabei der Weg, auf dem er zu dieser Feststellung gelangte;

es ist der Weg, auf dem wir beständig in den organischen Naturwissenschaften fortschreiten, der Weg der Induction und Deduction. Die Induction ist ein Schluß aus zahlreichen einzelnen beobachteten Fällen auf ein allgemeines Gesetz; die Deduction dagegen ist ein Rückschluß aus diesem allgemeinen Gesetz auf einen einzelnen, noch nicht wirklich beobachteten Fall. Aus den damals gesammelten empirischen Kenntnissen ging der Inductionsschluß hervor, daß sämmtliche Säugethiere den Zwischenkiefer besitzen. Goethe zog daraus den Deductionsschluß, daß der Mensch, der in allen übrigen Beziehungen seiner Organisation nicht wesentlich von den Säugethieren verschieden sei, auch diesen Zwischenkiefer besitzen müsse; und er fand sich in der That bei eingehender Untersuchung. Es wurde der Deductionsschluß durch die nachfolgende Erfahrung bestätigt oder verificirt.

Schon diese wenigen Züge mögen Ihnen den hohen Werth vor Augen führen, den wir Goethe's biologischen Forschungen zuschreiben müssen. Leider sind die meisten seiner darauf bezüglichen Arbeiten so versteckt in seinen sämmtlichen Werken, und die wichtigsten Beobachtungen und Bemerkungen so zerstreut in zahlreichen einzelnen Aufsätzen, die andere Themata behandeln, daß es schwer ist, sie herauszufinden. Auch ist bisweilen eine vortreffliche, wahrhaft wissenschaftliche Bemerkung so eng mit einem Haufen unbrauchbarer naturphilosophischer Phantasiegebilde verknüpft, daß letztere der ersteren großen Eintrag thun.

Für das außerordentliche Interesse, welches Goethe für die organische Naturforschung hegte, ist vielleicht Nichts bezeichnender, als die lebendige Theilnahme, mit welcher er noch in seinen letzten Lebensjahren den in Frankreich ausgebrochenen Streit zwischen Cuvier und Geoffroy S. Hilaire verfolgte. Goethe hat eine interessante Darstellung dieses merkwürdigen Streites und seiner allgemeinen Bedeutung, sowie eine treffliche Charakteristik der beiden großen Gegner in einer besonderen Abhandlung gegeben, welche er erst wenige Tage vor seinem Tode, im März 1832, vollendete. Diese Abhandlung führt den Titel: „Principes de Philosophie zoologique

par Mr. Geoffroy de Saint-Hilaire"; ſie iſt Goethe's letztes Werk, und bildet in der Geſammtausgabe ſeiner Werke deren Schluß. Der Streit ſelbſt war in mehrfacher Beziehung von höchſtem Intereſſe. Er drehte ſich weſentlich um die Berechtigung der Entwickelungstheorie. Dabei wurde er im Schooße der franzöſiſchen Akademie von beiden Gegnern mit einer perſönlichen Leidenſchaftlichkeit geführt, welche in den würdevollen Sitzungen jener gelehrten Körperſchaft faſt unerhört war, und welche bewies, daß beide Naturforſcher für ihre heiligſten und tiefſten Ueberzeugungen kämpften. Am 22ſten Februar 1830 fand der erſte Konflikt ſtatt, welchem bald mehrere andere folgten, der heftigſte am 19. Juli 1830. Geoffroy als das Haupt der franzöſiſchen Naturphiloſophen vertrat die natürliche Entwickelungstheorie und die einheitliche (moniſtiſche) Naturauffaſſung. Er behauptete die Veränderlichkeit der organiſchen Species, die gemeinſchaftliche Abſtammung der einzelnen Arten von gemeinſamen Stammformen, und die Einheit der Organiſation, oder die Einheit des Bauplanes, wie man ſich damals ausdrückte. Cuvier war der entſchiedenſte Gegner dieſer Anſchauungen, wie es ja nach dem, was Sie gehört haben, nicht anders ſein konnte. Er verſuchte zu zeigen, daß die Naturphiloſophen kein Recht hätten, auf Grund des damals vorliegenden empiriſchen Materials ſo weitgehende Schlüſſe zu ziehen, und daß die behauptete Einheit der Organiſation oder des Bauplanes der Organismen nicht exiſtire. Er vertrat die teleologiſche (dualiſtiſche) Naturauffaſſung und behauptete, daß „die Unveränderlichkeit der Species eine nothwendige Bedingung für die Exiſtenz der wiſſenſchaftlichen Naturgeſchichte ſei." Cuvier hatte den großen Vortheil vor ſeinem Gegner voraus, für ſeine Behauptungen lauter unmittelbar vor Augen liegende Beweisgründe vorbringen zu können, welche allerdings nur aus dem Zuſammenhang geriſſene einzelne Thatſachen waren. Geoffroy dagegen war nicht im Stande, den von ihm verfochtenen höheren allgemeinen Zuſammenhang der einzelnen Erſcheinungen mit ſo greifbaren Einzelheiten belegen zu können. Daher behielt Cuvier in den Augen der Mehrheit den Sieg, und entſchied für die folgenden

drei Jahrzehnte die Niederlage der Naturphiloſophie und die Herrſchaft der ſtreng empiriſchen Richtung. Goethe dagegen nahm natürlich entſchieden für Geoffroy Partei. Wie lebhaft ihn noch in ſeinem 81ſten Jahre dieſer große Kampf beſchäftigte, mag folgende, von Soret erzählte Anekdote bezeugen:

„Montag, 2. Auguſt 1830. Die Nachrichten von der begonnenen Julirevolution gelangten heute nach Weimar und ſetzten Alles in Aufregung. Ich ging im Laufe des Nachmittags zu Goethe. „Nun? rief er mir entgegen, was denken Sie von dieſer großen Begebenheit? Der Vulkan iſt zum Ausbruch gekommen; alles ſteht in Flammen, und es iſt nicht ferner eine Verhandlung bei geſchloſſenen Thüren!" Eine furchtbare Geſchichte! erwiderte ich. Aber was ließ ſich bei den bekannten Zuſtänden und bei einem ſolchen Miniſterium anderes erwarten, als daß man mit der Vertreibung der bisherigen königlichen Familie endigen würde. „Wir ſcheinen uns nicht zu verſtehen, mein Allerbeſter, erwiderte Goethe. Ich rede gar nicht von jenen Leuten; es handelt ſich bei mir um ganz andere Dinge. Ich rede von dem in der Akademie zum öffentlichen Ausbruch gekommenen, für die Wiſſenſchaft ſo höchſt bedeutenden Streite zwiſchen Cuvier und Geoffroy de S. Hilaire." Dieſe Aeußerung Goethe's war mir ſo unerwartet, daß ich nicht wußte, was ich ſagen ſollte, und daß ich während einiger Minuten einen völligen Stillſtand in meinen Gedanken verſpürte. „Die Sache iſt von der höchſten Bedeutung, fuhr Goethe fort, und Sie können ſich keinen Begriff davon machen, was ich bei der Nachricht von der Sitzung des 19. Juli empfinde. Wir haben jetzt an Geoffroy de Saint Hilaire einen mächtigen Alliirten auf die Dauer. Ich ſehe aber zugleich daraus, wie groß die Theilnahme der franzöſiſchen wiſſenſchaftlichen Welt in dieſer Angelegenheit ſein muß, indem trotz der furchtbaren politiſchen Aufregung, die Sitzung des 19. Juli dennoch bei einem gefüllten Hauſe ſtattfand. Das Beſte aber iſt, daß die von Geoffroy in Frankreich eingeführte ſynthetiſche Behandlungsweiſe der Natur jetzt nicht mehr rückgängig zu machen iſt. Die Angelegenheit iſt durch die

freien Diskussionen in der Akademie, und zwar in Gegenwart eines großen Publikums, jetzt öffentlich geworden, sie läßt sich nicht mehr an geheime Ausschüsse verweisen und bei geschlossenen Thüren abthun und unterdrücken".

Von den zahlreichen interessanten und bedeutenden Sätzen, in welchem sich Goethe klar über seine Auffassung der organischen Natur und ihrer beständigen Entwickelung ausspricht, habe ich in meiner generellen Morphologie der Organismen[4]) eine Auswahl als Leitworte an den Eingang der einzelnen Bücher und Kapitel gesetzt. Hier führe ich Ihnen zunächst eine Stelle aus dem Gedichte an, welches die Ueberschrift trägt: „die Metamorphose der Thiere" (1819).

„Alle Glieder bilden sich aus nach ew'gen Gesetzen,
„Und die seltenste Form bewahrt im Geheimen das Urbild.
„Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Thieres,
„Und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten
„Mächtig zurück. So zeiget sich fest die geordnete Bildung,
„Welche zum Wechsel sich neigt durch äußerlich wirkende Wesen."

Schon hier ist der Gegensatz zwischen zwei verschiedenen organischen Bildungstrieben angedeutet, welche sich gegenüber stehen, und durch ihre Wechselwirkung die Form des Organismus bestimmen; einerseits ein gemeinsames inneres, fest sich erhaltendes Urbild, welches den verschiedensten Gestalten zu Grunde liegt; andrerseits der äußerlich wirkende Einfluß der Umgebung und der Lebensweise, welcher umbildend auf das Urbild einwirkt. Noch bestimmter tritt dieser Gegensatz in folgendem Ausspruch hervor:

„Eine innere ursprüngliche Gemeinschaft liegt aller Organisation zu Grunde; die Verschiedenheit der Gestalten dagegen entspringt aus den nothwendigen Beziehungsverhältnissen zur Außenwelt, und man darf daher eine ursprüngliche, gleichzeitige Verschiedenheit und eine unaufhaltsam fortschreitende Umbildung mit Recht annehmen, um die ebenso konstanten als abweichenden Erscheinungen begreifen zu können."

Das „Urbild" oder der „Typus", welcher als „innere ursprüngliche Gemeinschaft" allen organischen Formen zu Grunde liegt, ist der

innere Bildungstrieb, welcher die urſprüngliche Bildungsrichtung erhält und durch Vererbung fortpflanzt. Die „unaufhaltſam fortſchreitende Umbildung" dagegen, welche „aus den nothwendigen Beziehungsverhältniſſen zur Außenwelt entſpringt", bewirkt als äußerer Bildungstrieb, durch Anpaſſung an die umgebenden Lebensbedingungen, die unendliche „Verſchiedenheit der Geſtalten": (Gen. Morph. I., 154; II., 224). Den inneren Bildungstrieb der Vererbung, welcher die Einheit des Urbildes erhält, nennt Goethe an einer anderen Stelle die Centripetalkraft des Organismus, ſeinen Specifikationstrieb; im Gegenſatz dazu nennt er den äußeren Bildungstrieb der Anpaſſung, welcher die Mannichfaltigkeit der organiſchen Geſtalten hervorbringt, die Centrifugalkraft des Organismus, ſeinen Variationstrieb. Die betreffende Stelle, in welcher Goethe ganz klar das „Gegengewicht" dieſer beiden äußerſt wichtigen organiſchen Bildungstriebe bezeichnet, lautet folgendermaßen: „Die Idee der Metamorphoſe iſt gleich der Vis centrifuga und würde ſich ins Unendliche verlieren, wäre ihr nicht ein Gegengewicht zugegeben: ich meine den Specifikationstrieb, das zähe Beharrlichkeitsvermögen deſſen, was einmal zur Wiklichkeit gekommen, eine Vis centripeta, welcher in ihrem tiefſten Grunde keine Aeußerlichkeit etwas anhaben kann".

Unter Metamorphoſe verſteht Goethe nicht allein, wie es heutzutage gewöhnlich verſtanden wird, die Formveränderungen, welche das organiſche Individuum während ſeiner individuellen Entwickelung erleidet, ſondern in weiterem Sinne überhaupt die Umbildung der organiſchen Formen. Die „Idee der Metamorphoſe" iſt beinahe gleichbedeutend mit unſerer „Entwickelungstheorie". Dies zeigt ſich unter Anderm auch in folgendem Ausſpruch: „Der Triumph der phyſiologiſchen Metamorphoſe zeigt ſich da, wo das Ganze ſich in Familien, Familien ſich in Geſchlechter, Geſchlechter in Sippen, und dieſe wieder in andere Mannichfaltigkeiten bis zur Individualität ſcheiden, ſondern und umbilden. Ganz ins Unendliche geht dieſes Geſchäft der Natur; ſie kann nicht ruhen, noch beharren,

aber auch nicht Alles, was ſie hervorbrachte, bewahren und erhalten. Aus den Samen entwickeln ſich immer abweichende, die Verhältniſſe ihrer Theile zu einander verändert beſtimmende Pflanzen".

In den beiden organiſchen Bildungstrieben, in dem konſervativen, centripetalen, innerlichen Bildungstriebe der Vererbung oder der Specifikation einerſeits, in dem progreſſiven, centrifugalen, äußerlichen Bildungstriebe der Anpaſſung oder der Metamorphoſe andrerſeits, hatte Goethe bereits die beiden großen mechaniſchen Naturkräfte entdeckt, welche die wirkenden Urſachen der organiſchen Geſtalten ſind. Dieſe tiefe biologiſche Erkenntniß mußte ihn naturgemäß zu dem Grundgedanken der Abſtammungslehre führen, zu der Vorſtellung, daß die formverwandten organiſchen Arten wirklich blutsverwandt ſind, und daß dieſelben von gemeinſamen urſprünglichen Stammformen abſtammen. Für die wichtigſte von allen Thiergruppen, die Hauptabtheilung der Wirbelthiere, drückt dies Goethe in folgendem merkwürdigen Satze aus (1796!): „Dies alſo hätten wir gewonnen ungeſcheut behaupten zu dürfen, daß alle vollkommneren organiſchen Naturen, worunter wir Fiſche, Amphibien, Vögel, Säugethiere und an der Spitze der letzten den Menſchen ſehen, alle nach einem Urbilde geformt ſeien, das nur in ſeinen ſehr beſtändigen Theilen mehr oder weniger hin- und herweicht, und ſich noch täglich durch Fortpflanzung aus- und umbildet".

Dieſer Satz iſt in mehrfacher Beziehung von Intereſſe. Die Theorie, daß „alle vollkommneren organiſchen Naturen", d. h. alle Wirbelthiere, von einem gemeinſamen Urbilde abſtammen, daß ſie aus dieſem durch Fortpflanzung (Vererbung) und Umbildung (Anpaſſung) entſtanden ſind, iſt daraus deutlich zu entnehmen. Beſonders intereſſant aber iſt es dabei, daß Goethe auch hier für den Menſchen keine Ausnahme geſtattet, ihn vielmehr ausdrücklich in den Stamm der übrigen Wirbelthiere hineinzieht. Die wichtigſte ſpecielle Folgerung der Abſtammungslehre, daß der Menſch von anderen Wirbelthieren abſtammt, läßt ſich hier im Keime erkennen [3]).

Noch klarer ſpricht Goethe dieſe überaus wichtige Grund-Idee

an einer andern Stelle (1807) in folgenden Worten aus: „Wenn man Pflanzen und Thiere in ihrem unvollkommensten Zustande betrachtet, so sind sie kaum zu unterscheiden. So viel aber können wir sagen, daß die aus einer kaum zu sondernden Verwandtschaft als Pflanzen und Thiere nach und nach hervortretenden Geschöpfe nach zwei entgegengesetzten Seiten sich vervollkommnen, so daß die Pflanze sich zuletzt im Baume dauernd und starr, das Thier im Menschen zur höchsten Beweglichkeit und Freiheit sich verherrlicht". In diesem merkwürdigen Satze ist nicht allein das genealogische Verwandtschafts-Verhältniß des Pflanzenreichs zum Thierreiche höchst treffend beurtheilt, sondern auch bereits der Kern der einheitlichen oder monophyletischen Descendenz-Hypothese enthalten, deren Bedeutung ich Ihnen später aus einander zu setzen habe. (Vergl. den XVI. Vortrag, und Taf. I.).

Zu derselben Zeit, als Göthe in dieser Weise die Grundzüge der Descendenz-Theorie entwarf, finden wir bereits einen anderen deutschen Naturphilosophen angelegentlich mit derselben beschäftigt. Das ist der geistvolle Biologe Gottfried Reinhold Treviranus aus Bremen (geb. 1776, gest. 1837). Wie kürzlich Wilhelm Focke in Bremen gezeigt hat, entwickelte Treviranus schon in dem frühesten seiner größeren Werke, in der „Biologie oder Philosophie der lebenden Natur", bereits ganz im Anfange unseres Jahrhunderts, monistische Ansichten von der Einheit der Natur und von dem genealogischen Zusammenhang der Organismen-Arten, die ganz unserem jetzigen Standpunkte entsprechen. In den drei ersten Bänden der Biologie, die 1802, 1803 und 1805 erschienen, also schon mehrere Jahre vor den Hauptwerken von Oken und Lamarck, finden sich zahlreiche Stellen, welche in dieser Beziehung von Interesse sind. Ich will nur einige der wichtigsten hier anführen.

Ueber die Hauptfrage unserer Theorie, über den Ursprung der organischen Species, spricht sich Treviranus folgendermaßen aus: „Jede Form des Lebens kann durch physische Kräfte auf doppelte Art hervorgebracht sein: entweder durch Entstehung aus formloser

Materie, oder durch Abänderung der Form bei dauernder Gestaltung. Im letzteren Falle kann die Ursache dieser Abänderung entweder in der Einwirkung eines ungleichartigen männlichen Zeugungsstoffes auf den weiblichen Keim, oder in dem erst nach der Erzeugung stattfindenden Einflusse anderer Potenzen liegen. — In jedem lebenden Wesen liegt die Fähigkeit zu einer endlosen Mannichfaltigkeit der Gestaltungen; jedes besitzt das Vermögen, seine Organisation den Veränderungen der äußeren Welt anzupassen, und dieses durch den Wechsel des Universums in Thätigkeit gesetzte Vermögen ist es, was die einfachen Zoophyten der Vorwelt zu immer höheren Stufen der Organisation gesteigert und eine zahllose Mannichfaltigkeit in die lebende Natur gebracht hat."

Unter Zoophyten versteht hier Treviranus die Organismen niedersten Ranges und einfachster Beschaffenheit, insbesondere jene neutralen, zwischen Thier und Pflanze in der Mitte stehenden Urwesen, die im Ganzen unseren Protisten entsprechen. „Diese Zoophyten", sagt er an einer anderen Stelle, „sind die Urformen, aus welchen alle Organismen der höheren Klassen durch allmähliche Entwickelung entstanden sind. Wir sind ferner der Meinung, daß jede Art, wie jedes Individuum, gewisse Perioden des Wachsthums, der Blüthe und des Absterbens hat, daß aber ihr Absterben nicht Auflösung, wie bei dem Individuum, sondern Degeneration ist. Und hieraus scheint uns zu folgen, daß es nicht, wie man gewöhnlich annimmt, die großen Katastrophen der Erde sind, was die Thiere der Vorwelt vertilgt hat, sondern daß Viele diese überlebt haben, und daß sie vielmehr deswegen aus der jetzigen Natur verschwunden sind, weil die Arten, zu welchen sie gehörten, den Kreislauf ihres Daseins vollendet haben und in andere Gattungen übergegangen sind."

Wenn Treviranus an diesen und an anderen Stellen Degeneration als die wichtigste Ursache der Umbildung der Thier- und Pflanzen-Arten ansieht, so versteht er darunter nicht „Entartung" oder Degeneration in dem heute gebräuchlichen Sinne. Vielmehr ist seine „Degeneration" ganz dasselbe was wir heute Anpassung, oder

Abänderung durch den äußeren Bildungstrieb nennen. Daß Treviranus dieſe Umbildung der organiſchen Species durch Anpaſſung, und ihre Erhaltung durch Vererbung, die ganze Mannichfaltigkeit der organiſchen Formen aber durch die Wechſelwirkung von Anpaſſung und Vererbung erklärte, geht auch aus mehreren anderen Stellen klar hervor. Wie tief er dabei die gegenſeitige Abhängigkeit aller lebenden Weſen von einander, und überhaupt den univerſalen Cauſalnexus, d. h. den einheitlichen urſächlichen Zuſammenhang zwiſchen allen Gliedern und Theilen des Weltalls erfaßte, zeigt unter andern noch folgender Satz der Biologie: „Das lebende Individuum iſt abhängig von der Art, die Art von dem Geſchlechte, dieſes von der ganzen lebenden Natur, und die letztere von dem Organismus der Erde. Das Individuum beſitzt zwar ein eigenthümliches Leben und bildet inſofern eine eigene Welt. Aber eben weil das Leben deſſelben beſchränkt iſt, ſo macht es doch zugleich auch ein Organ in dem allgemeinen Organismus aus. Jeder lebende Körper beſteht durch das Univerſum; aber das Univerſum beſteht auch gegenſeitig durch ihn.“

Daß dieſer großartigen mechaniſchen Auffaſſung des Univerſums zufolge Treviranus auch für den Menſchen keine privilegirte Ausnahmeſtellung in der Natur zuließ, vielmehr die allmähliche Entwickelung deſſelben aus niederen Thierformen annahm, iſt bei einem ſo tief und klar denkenden Naturphiloſophen ſelbſtverſtändlich. Und eben ſo ſelbſtverſtändlich iſt es anderſeits, daß er keine Kluft zwiſchen organiſcher und anorganiſcher Natur anerkannte, vielmehr die abſolute Einheit in der Organiſation des ganzen Weltgebäudes behauptete. Dies bezeugt namentlich der folgende Satz: „Jede Unterſuchung über den Einfluß der geſammten Natur auf die lebende Welt muß von dem Grundſatze ausgehen, daß alle lebenden Geſtalten Producte phyſiſcher, noch in jetzigen Zeiten ſtattfindender, und nur dem Grade oder der Richtung nach veränderter Einflüſſe ſind.“ Hiermit iſt, wie Treviranus ſelbſt ſagt, „das Grundproblem der Biologie gelöſt“, und, fügen wir hinzu, in rein moniſtiſchem oder mechaniſchem Sinne gelöſt.

Als der bedeutendſte der deutſchen Naturphiloſophen gilt gewöhnlich weder Treviranus, noch Goethe, ſondern Lorenz Oken, welcher bei Begründung der Wirbeltheorie des Schädels als Nebenbuhler Goethe's auftrat und dieſem nicht gerade freundlich geſinnt war. Bei der ſehr verſchiedenen Natur der beiden großen Männer, welche eine Zeit lang in nachbarſchaftlicher Nähe lebten, konnten ſie ſich doch gegenſeitig nicht wohl anziehen. Oken's Lehrbuch der Naturphiloſophie, welches als das bedeutendſte Erzeugniß der damaligen naturphiloſophiſchen Schule in Deutſchland bezeichnet werden kann, erſchien 1809, in demſelben Jahre, in welchem auch Lamarck's fundamentales Werk, die „Philosophie zoologique" erſchien. Schon 1802 hatte Oken einen „Grundriß der Naturphiloſophie" veröffentlicht. Wie ſchon früher angedeutet wurde, finden wir bei Oken, verſteckt unter einer Fülle von irrigen, zum Theil ſehr abenteuerlichen und phantaſtiſchen Vorſtellungen, eine Anzahl von werthvollen und tiefen Gedanken. Einige von dieſen Ideen haben erſt in neuerer Zeit, viele Jahre nachdem ſie von ihm ausgeſprochen wurden, allmählich wiſſenſchaftliche Geltung erlangt. Ich will Ihnen hier von dieſen, faſt prophetiſch ausgeſprochenen Gedanken nur zwei anführen, welche zugleich zu der Entwickelungstheorie in der innigſten Beziehung ſtehen.

Eine der wichtigſten Theorien Oken's, welche früherhin ſehr verſchrieen, und namentlich von den ſogenannten exakten Empirikern auf das ſtärkſte bekämpft wurde, iſt die Idee, daß die Lebenserſcheinungen aller Organismen von einem gemeinſchaftlichen chemiſchen Subſtrate ausgehen, gewiſſermaßen einem allgemeinen, einfachen „Lebensſtoff", welchen er mit dem Namen „Urſchleim" belegte. Er dachte ſich darunter, wie der Name ſagt, eine ſchleimartige Subſtanz, eine Eiweißverbindung, die in feſtflüſſigem Aggregatzuſtande befindlich iſt, und das Vermögen beſitzt, durch Anpaſſung an verſchiedene Exiſtenzbedingungen der Außenwelt, und in Wechſelwirkung mit deren Materie, die verſchiedenſten Formen hervorzubringen. Nun brauchen Sie bloß das Wort Urſchleim in das Wort Protoplasma oder Zellſtoff umzuſetzen, um zu einer der größten Errungenſchaften zu

gelangen, welche wir den mikroſkopiſchen Forſchungen der letzten ſieben Jahre, insbeſondere denjenigen von Max Schultze[24]), verdanken. Durch dieſe Unterſuchungen hat ſich herausgeſtellt, daß in allen lebendigen Naturkörpern ohne Ausnahme eine gewiſſe Menge einer ſchleimigen, eiweißartigen Materie in feſtflüſſigem Dichtigkeitszuſtande ſich vorfindet, und daß dieſe ſtickſtoffhaltige Kohlenſtoffverbindung ausſchließlich der urſprüngliche Träger und Bewirker aller Lebenserſcheinungen und aller organiſchen Formbildung iſt. Alle anderen Stoffe, welche außerdem noch im Organismus vorkommen, werden erſt von dieſem activen Lebensſtoff gebildet, oder von außen aufgenommen. Das organiſche Ei, die urſprüngliche Zelle, aus welcher faſt jedes Thier und jede Pflanze zuerſt entſteht, beſteht weſentlich nur aus einem runden Klümpchen ſolcher eiweißartigen Materie. Auch der Eidotter iſt nur Eiweiß, mit Fettkörnchen gemengt. Oken hatte alſo wirklich Recht, indem er mehr ahnend, als wiſſend den Satz ausſprach: „Alles Organiſche iſt aus Schleim hervorgegangen, iſt Nichts als verſchieden geſtalteter Schleim. Dieſer Urſchleim iſt im Meere im Verfolge der Planeten-Entwickelung aus anorganiſcher Materie entſtanden.“

Mit der Urſchleimtheorie Oken's, welche weſentlich mit der neuerlichſt erſt feſt begründeten, äußerſt wichtigen Protoplasmatheorie zuſammenfällt, ſteht eine andere, eben ſo großartige Idee deſſelben Naturphiloſophen in engem Zuſammenhang. Oken behauptete nämlich ſchon 1809, daß der durch Urzeugung im Meere entſtehende Urſchleim alsbald die Form von mikroſkopiſch kleinen Bläschen annehme, welche er Mile oder Infuſorien nannte. „Die organiſche Welt hat zu ihrer Baſis eine Unendlichkeit von ſolchen Bläschen.“ Die Bläschen entſtehen aus den urſprünglichen feſtflüſſigen Urſchleimkugeln dadurch, daß die Peripherie derſelben ſich verdichtet. Die einfachſten Organismen ſind einfache ſolche Bläschen oder Infuſorien. Jeder höhere Organismus, jedes Thier und jede Pflanze vollkommnerer Art iſt weiter Nichts als „eine Zuſammenhäufung (Syntheſis) von ſolchen infuſorialen Bläschen, die durch verſchiedene Combinationen ſich verſchieden geſtalten und ſo zu höheren Organismen aufwach-

Digitized by Google

sen". Sie brauchen nun wiederum das Wort Bläschen oder Infusorium nur durch das Wort Zelle zu ersetzen, um zu einer der größten biologischen Theorien unseres Jahrhunderts, zur Zellentheorie zu gelangen. Schleiden und Schwann haben zuerst vor dreißig Jahren den empirischen Beweis geliefert, daß alle Organismen entweder einfache Zellen oder Zusammenhäufungen (Syntheſen) von solchen Zellen sind; und die neuere Protoplasmatheorie hat nachgewiesen, daß der wesentlichste (und bisweilen der einzige! Bestandtheil der echten Zelle das Protoplasma (der Urschleim) ist. Die Eigenschaften, die Oken seinen Infusorien zuschreibt, sind eben die Eigenschaften der Zellen, die Eigenschaften der elementaren Individuen, durch deren Zusammenhäufung, Verbindung und mannichfaltige Ausbildung die höheren Organismen entstanden sind.

Diese beiden, außerordentlich fruchtbaren Gedanken Oken's wurden wegen der absurden Form, in der er sie aussprach, nur wenig berücksichtigt, oder gänzlich verkannt; und es war einer viel späteren Zeit vorbehalten, dieselben durch die Erfahrung zu begründen. Im engsten Zusammenhang mit diesen Vorstellungen stand natürlich auch die Annahme einer Abstammung der einzelnen Thier- uud Pflanzenarten von gemeinsamen Stammformen und einer allmählichen, stufenweisen Entwickelung der höheren Organismen aus den niedern. Auch vom Menschen behauptete Oken seine Entwickelung aus niederen Organismen: „Der Mensch ist entwickelt, nicht erschaffen". So viele willkürliche Verkehrtheiten und ausschweifende Phantasiesprünge sich auch in Oken's Naturphilosophie finden mögen, so können sie uns doch nicht hindern, diesen großen und ihrer Zeit weit vorauseilenden Ideen unsere gerechte Bewunderung zu zollen. So viel geht aus den angeführten Behauptungen Goethe's und Oken's, und aus den demnächst zu erörternden Ansichten Lamarck's und Geoffroy's mit Sicherheit hervor, daß in den ersten Decennien unseres Jahrhunderts Niemand der natürlichen, durch Darwin neu begründeten Entwickelungstheorie so nahe kam, als die vielverschrieene Naturphilosophie.

Fünfter Vortrag.

Entwickelungstheorie von Kant und Lamarck.

Kant's dualiſtiſche Biologie. Seine Anſicht von der Entſtehung der Anorgane durch mechaniſche, der Organismen durch zweckthätige Urſachen. Widerſpruch dieſer Anſicht mit ſeiner Hinneigung zur Abſtammungslehre. Kant's genealogiſche Entwickelungstheorie. Beſchränkung derſelben durch ſeine Teleologie. Vergleichung der genealogiſchen Biologie mit der vergleichenden Sprachforſchung. Anſichten zu Gunſten der Deſcendenztheorie von Leopold Buch, Bär, Schleiden, Unger, Schaafhauſen, Victor Carus, Büchner. Die franzöſiſche Naturphiloſophie. Lamarck's Philoſophie zoologique. Lamarck's moniſtiſches (mechaniſches) Naturſyſtem. Seine Anſichten von der Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungskräfte, der Vererbung und Anpaſſung. Lamarck's Anſicht von der Entwickelung des Menſchengeſchlechts aus affenartigen Säugethieren. Vertheidigung der Deſcendenztheorie durch Geoffroy S. Hilaire, Naudin und Lecoq. Die engliſche Naturphiloſophie. Anſichten zu Gunſten der Deſcendenztheorie von Erasmus Darwin, W. Herbert, Grant, Freke, Herbert Spencer, Hooker, Huxley. Doppeltes Verdienſt von Charles Darwin.

Meine Herren! Die teleologiſche Naturbetrachtung, welche die Erſcheinungen in der organiſchen Welt durch die zweckmäßige Thätigkeit eines perſönlichen Schöpfers oder einer zweckthätigen Endurſache erklärt, führt nothwendig in ihren letzten Konſequenzen entweder zu ganz unhaltbaren Widerſprüchen, oder zu einer zwieſpältigen (dualiſtiſchen) Naturauffaſſung, welche zu der überall wahrnehmbaren Einheit und Einfachheit der oberſten Naturgeſetze im entſchiedenſten Widerſpruch ſteht. Die Philoſophen, welche jener Teleo-

Digitized by Google

logie huldigen, müssen nothwendiger Weise zwei grundverschiedene Naturen annehmen: eine anorganische Natur, welche durch mechanisch wirkende Ursachen (causae efficientes), und eine organische Natur, welche durch zweckmäßig thätige Ursachen (causae finales) erklärt werden muß. (Vergl. S. 31.)

Dieser Dualismus tritt uns auffallend entgegen, wenn wir die Naturanschauung des größten deutschen Philosophen, Kant's, betrachten, und die Vorstellungen ins Auge fassen, welche er sich von der Entstehung der Organismen bildete. Eine nähere Betrachtung dieser Vorstellungen ist hier schon deshalb geboten, weil wir in Kant einen der wenigen Philosophen verehren, welche eine gediegene naturwissenschaftliche Bildung mit einer außerordentlichen Klarheit und Tiefe der Speculation verbinden. Der Königsberger Philosoph erwarb sich nicht bloß durch Begründung der kritischen Philosophie den höchsten Ruhm unter den speculativen Philosophen, sondern auch durch seine mechanische Kosmogenie einen glänzenden Namen unter den Naturforschern. Schon im Jahre 1755 machte er in seiner „allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels[22])" den kühnen Versuch, „die Verfassung und den mechanischen Ursprung des ganzen Weltgebäudes nach Newton'schen Grundsätzen abzuhandeln", und mit Ausschluß aller Wunder aus dem natürlichen Entwickelungsgange der Materie mechanisch zu erklären. Diese Kantische Kosmogenie oder die „kosmologische Gastheorie", welche wir nachher (im XIII. Vortrage) kurz erörtern werden, wurde späterhin von dem französischen Mathematiker Laplace und von dem englischen Astronomen Herschel ausführlicher begründet und erfreut sich noch heute einer fast allgemeinen Anerkennung. Schon allein wegen dieses wichtigen Werkes, in welchem exactes physikalisches Wissen mit der geistvollsten Speculation gepaart ist, verdient Kant den Ehrennamen eines Naturphilosophen im besten und reinsten Sinne des Wortes.

Wenn Sie Kant's Kritik der teleologischen Urtheilskraft, sein bedeutendstes biologisches Werk, lesen, so gewahren Sie, daß er sich bei Betrachtung der organischen Natur wesentlich immer auf dem teleolo-

gischen oder dualistischen Standpunkt erhält, während er für die anorganische Natur unbedingt und ohne Rückhalt die mechanische oder monistische Erklärungsmethode annimmt. Er behauptet, daß sich im Gebiete der anorganischen Natur sämmtliche Erscheinungen aus mechanischen Ursachen, aus den bewegenden Kräften der Materie selbst erklären lassen, im Gebiete der organischen Natur dagegen nicht. In der gesammten Anorganologie (in der Geologie und Mineralogie, in der Meteorologie und Astronomie, in der Physik und Chemie der anorganischen Naturkörper) sollen alle Erscheinungen blos durch *Mechanismus* (causa efficiens), ohne Dazwischenkunft eines Endzweckes erklärbar sein. In der gesammten Biologie dagegen, in der Botanik, Zoologie und Anthropologie, soll der Mechanismus nicht ausreichend sein, uns alle Erscheinungen zu erklären; vielmehr können wir dieselben nur durch Annahme einer zweckmäßig wirkenden *Endursache* (causa finalis) begreifen. An mehreren Stellen hebt *Kant* ausdrücklich hervor, daß man, von einem streng naturwissenschaftlich-philosophischen Standpunkt aus, für *alle* Erscheinungen ohne Ausnahme eine mechanische Erklärungsweise fordern müsse, und daß der *Mechanismus allein eine wirkliche Erklärung* einschließe. Zugleich meint er aber, daß gegenüber den belebten Naturkörpern, den Thieren und Pflanzen, unser menschliches Erkenntnißvermögen beschränkt sei, und nicht ausreiche, um hinter die eigentliche wirksame Ursache der organischen Vorgänge, insbesondere der Entstehung der organischen Formen, zu gelangen. Die *Befugniß* der menschlichen Vernunft zur mechanischen Erklärung *aller* Erscheinungen sei unbeschränkt, aber ihr *Vermögen* dazu begrenzt, indem man die organische Natur nur teleologisch betrachten könne.

Nun sind aber einige Stellen sehr merkwürdig, in denen *Kant* auffallend von dieser Anschauung abweicht, und mehr oder minder bestimmt den Grundgedanken der Abstammungslehre ausspricht. Er behauptet da sogar die Nothwendigkeit einer genealogischen Auffassung des organischen Systems, wenn man überhaupt zu einem wissenschaftlichen Verständniß desselben gelangen wolle. Die wichtigste und merk-

Digitized by Google

würdigſte von dieſen Stellen findet ſich in der „Methodenlehre der teleologiſchen Urtheilskraft“ (§. 79), welche 1790 in der „Kritik der Urtheilskraft“ erſchien. Bei dem außerordentlichen Intereſſe, welches dieſe Stelle ſowohl für die Beurtheilung der Kantiſchen Philoſophie, als für die Geſchichte der Deſcendenztheorie beſitzt, erlaube ich mir, Ihnen dieſelbe hier wörtlich mitzutheilen.

„Es iſt rühmlich, mittelſt einer comparativen Anatomie die große Schöpfung organiſirter Naturen durchzugehen, um zu ſehen: ob ſich daran nicht etwas einem Syſtem Aehnliches, und zwar dem Erzeugungsprincip nach, vorfinde, ohne daß wir nöthig haben, beim bloßen Beurtheilungsprincip, welches für die Einſicht ihrer Erzeugung keinen Aufſchluß giebt, ſtehen zu bleiben, und muthlos allen Anſpruch auf Natureinſicht in dieſem Felde aufzugeben. Die Uebereinkunft ſo vieler Thiergattungen in einem gewiſſen gemeinſamen Schema, das nicht allein in ihrem Knochenbau, ſondern auch in der Anordnung der übrigen Theile zum Grunde zu liegen ſcheint, wo bewunderungswürdige Einfalt des Grundriſſes durch Verkürzung einer und Verlängerung anderer, durch Einwickelung dieſer und Auswickelung jener Theile, eine ſo große Mannichfaltigkeit von Species hat hervorbringen können, läßt einen obgleich ſchwachen Strahl von Hoffnung ins Gemüth fallen, daß hier wohl Etwas mit dem Princip des Mechanismus der Natur, ohne das es ohnedies keine Naturwiſſenſchaft geben kann, auszurichten ſein möchte. Dieſe Analogie der Formen, ſo fern ſie bei aller Verſchiedenheit einem gemeinſchaftlichen Urbilde gemäß erzeugt zu ſein ſcheinen, verſtärkt die Vermuthung einer wirklichen Verwandtſchaft derſelben in der Erzeugung von einer gemeinſchaftlichen Urmutter durch die ſtufenartige Annäherung einer Thiergattung zur anderen, von derjenigen an, in welcher das Princip der Zwecke am meiſten bewährt zu ſein ſcheint, nämlich dem Menſchen, bis zum Polyp, von dieſem ſogar bis zu Mooſen und Flechten, und endlich zu der niedrigſten uns merklichen Stufe der Natur, zur rohen Materie: aus welcher und ihren Kräften nach mechaniſchen Geſetzen (gleich denen, danach ſie in Kryſtallerzeugungen

wirkt) die ganze Technik der Natur, die uns in organisirten Wesen so unbegreiflich ist, daß wir uns dazu ein anderes Princip zu denken genöthigt glauben, abzustammen scheint. Hier steht es nun dem Archäologen der Natur frei, aus den übrig gebliebenen Spuren ihrer ältesten Revolutionen, nach allen ihm bekannten oder gemuthmaßten Mechanismen derselben, jene große Familie von Geschöpfen (denn so müßte man sie sich vorstellen, wenn die genannte, durchgängig zusammenhängende Verwandtschaft einen Grund haben soll) entspringen zu lassen".

Wenn Sie diese merkwürdige Stelle aus Kant's Kritik der teleologischen Urtheilskraft herausnehmen und einzeln für sich betrachten, so müssen Sie darüber erstaunen, wie tief und klar der große Denker schon damals (1790!) die innere Nothwendigkeit der Abstammungslehre erkannte, und sie als den einzig möglichen Weg zur Erklärung der organischen Natur durch mechanische Gesetze, d. h. zu einer wahrhaft wissenschaftlichen Erkenntniß bezeichnete. Auf Grund dieser einen Stelle könnte man Kant geradezu neben Goethe und Lamarck als einen der ersten Begründer der Abstammungslehre bezeichnen, und dieser Umstand dürfte bei dem hohen Ansehn, in welchem Kant's kritische Philosophie mit vollem Rechte steht, vielleicht geeignet sein, manchen Philosophen zu Gunsten derselben umzustimmen. Sobald Sie indessen diese Stelle im Zusammenhang mit dem übrigen Gedankengang der „Kritik der Urtheilskraft" betrachten, und anderen geradezu widersprechenden Stellen gegenüber halten, zeigt sich Ihnen deutlich, daß Kant in diesen und einigen ähnlichen (aber schwächeren) Sätzen über sich selbst hinausging und seinen in der Biologie gewöhnlich eingenommenen teleologischen Standpunkt verließ.

Selbst unmittelbar auf jenen wörtlich angeführten, bewunderungswürdigen Satz folgt ein Zusatz, welcher demselben die Spitze abbricht. Nachdem Kant so eben ganz richtig die „Entstehung der organischen Formen aus der rohen Materie nach mechanischen Gesetzen (gleich denen der Krystallerzeugung)", sowie eine stufenweise Entwickelung der verschiedenen Species durch Abstammung von einer

by Google

gemeinſchaftlichen Urmutter behauptet hatte, fügte er hinzu: „Allein er (der Archäolog der Natur, d. h. der Paläontolog) muß gleichwohl zu dem Ende dieſer allgemeinen Mutter eine auf alle dieſe Geſchöpfe zweckmäßig geſtellte Organiſation beilegen, widrigenfalls die Zweckform der Producte des Thier- und Pflanzenreichs ihrer Möglichkeit nach gar nicht zu denken iſt". Offenbar hebt dieſer Zuſatz den wichtigſten Grundgedanken des vorhergehenden Satzes, daß durch die Deſcendenztheorie eine rein mechaniſche Erklärung der organiſchen Natur möglich werde, vollſtändig wieder auf. Und daß dieſe teleologiſche Betrachtung der organiſchen Natur bei Kant die herrſchende war, zeigt ſchon die Ueberſchrift des merkwürdigen §. 79, welcher jene beiden widerſprechenden Sätze enthält: „Von der nothwendigen Unterordnung des Princips des Mechanismus unter das teleologiſche in Erklärung eines Dinges als Naturzweck".

Am ſchärfſten ſpricht ſich Kant gegen die mechaniſche Erklärung der organiſchen Natur in folgender Stelle aus (§. 74): „Es iſt ganz gewiß, daß wir die organiſirten Weſen und deren innere Möglichkeit nach bloß mechaniſchen Principien der Natur nicht einmal zureichend kennen lernen, viel weniger uns erklären können, und zwar ſo gewiß, daß man dreiſt ſagen kann: Es iſt für Menſchen ungereimt, auch nur einen ſolchen Anſchlag zu faſſen, oder zu hoffen, daß noch etwa dereinſt ein Newton aufſtehen könne, der auch nur die Erzeugung eines Grashalms nach Naturgeſetzen, die keine Abſicht geordnet hat, begreiflich machen werde, ſondern man muß dieſe Einſicht dem Menſchen ſchlechterdings abſprechen". Nun iſt aber dieſer unmögliche Newton ſiebenzig Jahre ſpäter in Darwin wirklich erſchienen, und ſeine Selectionstheorie hat die Aufgabe thatſächlich gelöſt, deren Löſung Kant für abſolut undenkbar erklärt hatte!

Im Anſchluß an Kant und an die deutſchen Naturphiloſophen, mit deren Entwickelungstheorien wir uns im vorhergehenden Vortrage beſchäftigt haben, erſcheint es gerechtfertigt, jetzt noch kurz eini-

ger anderer deutscher Naturforscher und Philosophen zu gedenken, welche im Laufe unseres Jahrhunderts mehr oder minder bestimmt gegen die herrschenden teleologischen Schöpfungsvorstellungen sich auflehnten, und den mechanischen Grundgedanken der Abstammungslehre geltend machten. Bald waren es mehr allgemeine philosophische Betrachtungen, bald mehr besondere empirische Wahrnehmungen, welche diese denkenden Männer auf die Vorstellung brachten, daß die einzelnen organischen Species von gemeinsamen Stammformen abstammen müßten. Unter ihnen will ich zunächst den großen deutschen Geologen Leopold Buch hervorheben. Wichtige Beobachtungen über die geographische Verbreitung der Pflanzen führten ihn in seiner trefflichen „physikalischen Beschreibung der canarischen Inseln" zu folgendem merkwürdigen Ausspruch:

„Die Individuen der Gattungen auf Continenten breiten sich aus, entfernen sich weit, bilden durch Verschiedenheit der Standörter, Nahrung und Boden Varietäten, welche, in ihrer Entfernung nie von anderen Varietäten gekreuzt und dadurch zum Haupttypus zurückgebracht, endlich constant und zur eignen Art werden. Dann erreichen sie vielleicht auf anderen Wegen auf das Neue die ebenfalls veränderte vorige Varietät, beide nun als sehr verschiedene und sich nicht wieder mit einander vermischende Arten. Nicht so auf Inseln. Gewöhnlich in enge Thäler, oder in den Bezirk schmaler Zonen gebannt, können sich die Individuen erreichen und jede gesuchte Fixirung einer Varietät wieder zerstören. Es ist dies ungefähr so, wie Sonderbarkeiten oder Fehler der Sprache zuerst durch das Haupt einer Familie, dann durch Verbreitung dieser selbst, über einen ganzen Distrikt einheimisch werden. Ist dieser abgesondert und isolirt, und bringt nicht die stete Verbindung mit andern die Sprache auf ihre vorige Reinheit zurück, so wird aus dieser Abweichung ein Dialekt. Verbinden natürliche Hindernisse, Wälder, Verfassung, Regierung die Bewohner des abweichenden Distrikts noch enger, und trennen sie sie noch schärfer von den Nachbarn, so fixirt sich der Dialekt, und es wird eine völlig verschiedene Sprache." (Uebersicht der Flora auf den Canarien, S. 133).

Sie sehen, daß Buch hier auf den Grundgedanken der Abstammungslehre durch die Erscheinungen der Pflanzengeographie geführt wird, ein biologisches Gebiet, welches in der That eine Masse von Beweisen zu Gunsten derselben liefert. Darwin hat diese Beweise in zwei besonderen Kapiteln seines Werkes (dem elften und zwölften) ausführlich erörtert. Buch's Bemerkung ist aber auch deshalb von Interesse, weil sie uns auf die äußerst lehrreiche Vergleichung der verschiedenen Sprachzweige und der Organismenarten führt, eine Vergleichung, welche sowohl für die vergleichende Sprachwissenschaft, als für die vergleichende Thier- und Pflanzenkunde vom größten Nutzen ist. Gleichwie z. B. die verschiedenen Dialecte, Mundarten, Sprachäste und Sprachzweige der deutschen, slavischen, griechisch-lateinischen und iranisch-indischen Grundsprache von einer einzigen gemeinschaftlichen indogermanischen Ursprache abstammen, und gleichwie sich deren Unterschiede durch die Anpassung, ihre gemeinsamen Grundcharaktere durch die Vererbung erklären, so stammen auch die verschiedenen Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen und Klassen der Wirbelthiere von einer einzigen gemeinschaftlichen Wirbelthierform ab; auch hier ist die Anpassung die Ursache der Verschiedenheiten, die Vererbung die Ursache des gemeinsamen Grundcharakters. Dieser interessante Parallelismus in der divergenten Entwickelung der Sprachformen und der Organismen-Formen ist in sehr einleuchtender Weise von einem unserer ersten vergleichenden Sprachforscher erörtert worden, von dem genialen August Schleicher, dessen vor zwei Jahren allzufrüh erfolgter Tod nicht allein für unsere Universität Jena, sondern für die ganze monistische Wissenschaft ein unersetzlicher Verlust bleibt [6]).

Von anderen hervorragenden deutschen Naturforschern, die sich mehr oder minder bestimmt für die Descendenztheorie aussprachen, und die auf ganz verschiedenen Wegen zu derselben hingeführt wurden, habe ich zunächst Carl Ernst Bär zu nennen, den großen Reformator der thierischen Entwickelungsgeschichte. In einem 1834 gehaltenen Vortrage, betitelt: „Das allgemeinste Gesetz der Natur in aller Entwickelung" erläutert derselbe vortrefflich, daß nur eine ganz kindi-

ſche Naturbetrachtung die organiſchen Arten als bleibende und unveränderliche Typen anſehen könne, und daß im Gegentheil dieſelben nur vorübergehende Zeugungsreihen ſein können, die durch Umbildung aus gemeinſamen Stammformen ſich entwickelt haben. Dieſelbe Anſicht begründete Bär ſpäter (1859) durch die Geſetze der geographiſchen Verbreitung der Organismen.

J. M. Schleiden, welcher vor 25 Jahren hier in Jena durch ſeine ſtreng empiriſch-philoſophiſche und wahrhaft wiſſenſchaftliche Methode eine neue Epoche für die Pflanzenkunde begründete, erläuterte in ſeinen bahnbrechenden Grundzügen der wiſſenſchaftlichen Botanik[7]) die philoſophiſche Bedeutung des organiſchen Speciesbegriffes, und zeigte, daß derſelbe nur in dem allgemeinen Geſetze der Specification ſeinen ſubjectiven Urſprung habe. Die verſchiedenen Pflanzenarten ſind nur die ſpecificirten Producte der Pflanzenbildungstriebe, welche durch die verſchiedenen Combinationen der Grundkräfte der organiſchen Materie entſtehen.

Der ausgezeichnete Wiener Botaniker F. Unger wurde durch ſeine gründlichen und umfaſſenden Unterſuchungen über die ausgeſtorbenen Pflanzenarten zu einer paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte des Pflanzenreichs geführt, welche den Grundgedanken der Abſtammungslehre klar ausſpricht. In ſeinem „Verſuch einer Geſchichte der Pflanzenwelt“ (1852) behauptet er die Abſtammung aller verſchiedenen Pflanzenarten von einigen wenigen Stammformen, und vielleicht von einer einzigen Urpflanze, einer einfachſten Pflanzenzelle. Er zeigt, daß dieſe Anſchauungsweiſe von dem genetiſchen Zuſammenhang aller Pflanzenformen nicht nur phyſiologiſch nothwendig, ſondern auch empiriſch begründet ſei[8]).

Victor Carus in Leipzig that in der Einleitung zu ſeinem 1853 erſchienenen trefflichen „Syſtem der thieriſchen Morphologie“[9]), welches die allgemeinen Bildungsgeſetze des Thierkörpers durch die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeſchichte philoſophiſch zu begründen verſuchte, folgenden Ausſpruch: „Die in den älteſten geologiſchen Lagern begrabenen Organismen ſind als die Urahnen zu be-

trachten, aus denen durch fortgesetzte Zeugung und Akkommodation an progressiv sehr verschiedene Lebensverhältnisse der Formenreichthum der jetzigen Schöpfung entstand".

In demselben Jahre (1853) erklärte sich der verdiente Anthropologe Schaaffhausen in einem Aufsatze „über Beständigkeit und Umwandlung der Arten" entschieden zu Gunsten der Descendenztheorie. Die lebenden Pflanzen- und Thierarten sind nach ihm die umgebildeten Nachkommen der ausgestorbenen Species, aus denen sie durch allmähliche Abänderung entstanden sind. Das Auseinanderweichen (die Divergenz oder Sonderung) der nächstverwandten Arten geschieht durch Zerstörung der verbindenden Zwischenstufen. Auch für den thierischen Ursprung des Menschengeschlechts und seine allmähliche Entwickelung aus affenähnlichen Thieren, die wichtigste Consequenz der Abstammungslehre, sprach sich Schaaffhausen (1857) schon mit Bestimmtheit aus.

Endlich ist von deutschen Naturphilosophen noch besonders Louis Büchner hervorzuheben, welcher in seinem weitverbreiteten, allgemein verständlichen Buche „Kraft und Stoff" 1855 ebenfalls die Grundzüge der Descendenztheorie selbstständig entwickelte, und zwar vorzüglich auf Grund der unwiderleglichen empirischen Zeugnisse, welche uns die paläontologische und die individuelle Entwickelung der Organismen, sowie ihre vergleichende Anatomie, und der Parallelismus dieser Entwickelungsreihen liefert. Büchner zeigte sehr einleuchtend, daß schon hieraus eine Entstehung der verschiedenen organischen Species aus gemeinsamen Stammformen nothwendig folge, und daß die Entstehung dieser ursprünglichen Stammformen nur durch Urzeugung denkbar sei [10]).

Von den deutschen Naturphilosophen wenden wir uns nun zu den französischen, welche ebenfalls seit dem Beginne unseres Jahrhunderts die Entwickelungstheorie vertraten.

An der Spitze der französischen Naturphilosophie steht Jean Lamarck, welcher in der Geschichte der Abstammungslehre neben Darwin und Goethe den ersten Platz einnimmt. Ihm wird

der unſterbliche Ruhm bleiben, zum erſten Male die Deſcendenztheorie als ſelbſtſtändige wiſſenſchaftliche Theorie erſten Ranges durchgeführt und als die naturphiloſophiſche Grundlage der ganzen Biologie feſtgeſtellt zu haben. Obwohl Lamarck bereits 1744 geboren wurde, begann er doch mit Veröffentlichung ſeiner Theorie erſt im Beginn unſeres Jahrhunderts, im Jahre 1801, und begründete dieſelbe erſt ausführlicher 1809, in ſeiner klaſſiſchen „Philosophie zoologique“ [2]). Dieſes bewunderungswürdige Werk iſt die erſte zuſammenhängende und ſtreng bis zu allen Conſequenzen durchgeführte Darſtellung der Abſtammungslehre. Durch die rein mechaniſche Betrachtungsweiſe der organiſchen Natur und die ſtreng philoſophiſche Begründung von deren Nothwendigkeit erhebt ſich Lamarck's Werk weit über die vorherrſchend dualiſtiſchen Anſchauungen ſeiner Zeit, und bis auf Darwin's Werk, welches gerade ein halbes Jahrhundert ſpäter erſchien, finden wir kein zweites, welches wir der Philosophie zoologique an die Seite ſetzen könnten. Wie weit dieſelbe ihrer Zeit vorauseilte, geht wohl am beſten daraus hervor, daß ſie von den Meiſten gar nicht verſtanden und fünfzig Jahre hindurch todtgeſchwiegen wurde. Lamarck's größter Gegner, Cuvier, erwähnt in ſeinem Bericht über die Fortſchritte der Naturwiſſenſchaften, in welchem die unbedeutendſten anatomiſchen Unterſuchungen Aufnahme fanden, dieſes epochemachende Werk mit keinem Worte. Auch Goethe, welcher ſich ſo lebhaft für die franzöſiſche Naturphiloſophie, für „die Gedanken der verwandten Geiſter jenſeits des Rheins“, intereſſirte, gedenkt Lamarck's nirgends, und ſcheint die Philosophie zoologique gar nicht gekannt zu haben. Den hohen Ruf, welchen Lamarck ſich als Naturforſcher erwarb, verdankt derſelbe nicht ſeinem höchſt bedeutenden allgemeinen Werke, ſondern zahlreichen ſpeciellen Arbeiten über niedere Thiere, insbeſondere Mollusken, ſowie einer ausgezeichneten „Naturgeſchichte der wirbelloſen Thiere“, welche 1815—1822 in ſieben Bänden erſchien. Der erſte Band dieſes berühmten Werkes (1815) enthält in der allgemeinen Einleitung ebenfalls eine ausführliche Darſtellung ſeiner Abſtammungslehre. Von der ungemeinen Bedeutung

der Philosophie zoologique kann ich Ihnen vielleicht keine bessere Vorstellung geben, als wenn ich Ihnen daraus einige der wichtigsten Sätze wörtlich anführe:

„Die systematischen Eintheilungen, die Klassen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, sowie deren Benennung sind willkürliche Kunsterzeugnisse des Menschen. Die Arten oder Species der Organismen sind von ungleichem Alter, nach einander entwickelt und zeigen nur eine relative, zeitweilige Beständigkeit; aus Varietäten gehen Arten hervor. Die Verschiedenheit in den Lebensbedingungen wirkt verändernd auf die Organisation, die allgemeine Form und die Theile der Thiere ein, ebenso der Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe. Im ersten Anfang sind nur die allereinfachsten und niedrigsten Thiere und Pflanzen entstanden und erst zuletzt diejenigen von der höchst zusammengesetzten Organisation. Der Entwickelungsgang der Erde und ihrer organischen Bevölkerung war ganz continuirlich, nicht durch gewaltsame Revolutionen unterbrochen. Das Leben ist nur ein physikalisches Phänomen. Alle Lebenserscheinungen beruhen auf mechanischen, auf physikalischen und chemischen Ursachen, die in der Beschaffenheit der organischen Materie selbst liegen. Die einfachsten Thiere und die einfachsten Pflanzen, welche auf der tiefsten Stufe der Organisationsleiter stehen, sind entstanden und entstehen noch heute durch Urzeugung (Generatio spontanea). Alle lebendigen Naturkörper oder Organismen sind denselben Naturgesetzen, wie die leblosen Naturkörper oder die Anorgane unterworfen. Die Ideen und Thätigkeiten des Verstandes sind Bewegungserscheinungen des Centralnervensystems. Der Wille ist in Wahrheit niemals frei. Die Vernunft ist nur ein höherer Grad von Entwickelung und Verbindung der Urtheile."

Das sind nun in der That erstaunlich kühne, großartige und weitreichende Ansichten, welche Lamarck vor 60 Jahren in diesen Sätzen niederlegte, und zwar zu einer Zeit, in welcher deren Begründung durch massenhafte Thatsachen nicht entfernt so, wie heutzutage, möglich war. Sie sehen, daß Lamarck's Werk eigentlich ein voll-

ſtändiges, ſtreng moniſtiſches (mechaniſches) Naturſyſtem iſt, daß alle wichtigen allgemeinen Grundſätze der moniſtiſchen Biologie bereits von ihm vertreten werden: Die Einheit der wirkenden Urſachen in der organiſchen und anorganiſchen Natur, der letzte Grund dieſer Urſachen in den chemiſchen und phyſikaliſchen Eigenſchaften der Materie, der Mangel einer beſonderen Lebenskraft oder einer organiſchen Endurſache; die Abſtammung aller Organismen von einigen wenigen, höchſt einfachen Stammformen oder Urweſen, welche durch Urzeugung aus anorganiſchen Materien entſtanden ſind; der zuſammenhängende Verlauf der ganzen Erdgeſchichte, und der Mangel der gewaltſamen und totalen Erdrevolutionen, und überhaupt die Undenkbarkeit jedes Wunders, jedes übernatürlichen Eingriffs in den natürlichen Entwickelungsgang der Materie.

Daß Lamarck's bewunderungswürdige Geiſtesthat faſt gar keine Anerkennung fand, liegt theils in der ungeheuren Weite des Rieſenſchritts, mit welchem er dem folgenden halben Jahrhundert vorauseilte, theils aber auch in der mangelhaften empiriſchen Begründung derſelben, und in der oft etwas einſeitigen Art ſeiner Beweisführung. Als die nächſten mechaniſchen Urſachen, welche die beſtändige Umbildung der organiſchen Formen bewirken, erkennt Lamarck ganz richtig die Verhältniſſe der Anpaſſung an, während er die Formähnlichkeit der verſchiedenen Arten, Gattungen, Familien u. ſ. w. mit vollem Rechte auf ihre Blutsverwandtſchaft zurückführt, alſo durch die Vererbung erklärt. Die Anpaſſung beſteht nach ihm darin, daß die beſtändige langſame Veränderung der Außenwelt eine entſprechende Veränderung in den Thätigkeiten und dadurch auch weiter in den Formen der Organismen bewirkt. Das größte Gewicht legt er dabei auf die Wirkung der Gewohnheit, auf den Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Allerdings iſt dieſer, wie Sie ſpäter ſehen werden, für die Umbildung der organiſchen Formen von der höchſten Bedeutung. Allein in der Weiſe, wie Lamarck hieraus allein oder doch vorwiegend die Veränderung der Formen erklären wollte, iſt das meiſtens doch nicht möglich. Er ſagt z. B., daß der lange

Hals der Giraffe entstanden sei durch das beständige Hinaufrecken des Halses nach hohen Bäumen, und das Bestreben, die Blätter von deren Aesten zu pflücken; da die Giraffe meistens in trockenen Gegenden lebt, wo nur das Laub der Bäume ihr Nahrung gewährt, war sie zu dieser Thätigkeit gezwungen. Ebenso sind die langen Zungen der Spechte, Colibris und Ameisenfresser durch die Gewohnheit entstanden, ihre Nahrung aus engen, schmalen und tiefen Spalten oder Kanälen herauszuholen. Die Schwimmhäute zwischen den Zehen der Schwimmfüße bei Fröschen und anderen Wasserthieren sind lediglich durch das fortwährende Bemühen zu schwimmen, durch das Schlagen der Füße in das Wasser, durch die Schwimmbewegungen selbst entstanden. Durch Vererbung auf die Nachkommen wurden diese Gewohnheiten befestigt und durch weitere Ausbildung derselben schließlich die Organe ganz umgebildet. So richtig im Ganzen dieser Grundgedanke ist, so legt doch Lamarck zu ausschließlich das Gewicht auf die Gewohnheit (Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe), allerdings eine der wichtigsten, aber nicht die einzige Ursache der Formveränderung. Dies kann uns jedoch nicht hindern, anzuerkennen, daß Lamarck die Wechselwirkung der beiden organischen Bildungstriebe, der Anpassung und Vererbung, ganz richtig begriff. Nur fehlte ihm dabei das äußerst wichtige Princip der „natürlichen Züchtung im Kampfe um das Dasein", mit welchem Darwin uns erst 50 Jahre später bekannt machte.

Als ein besonderes Verdienst Lamarck's ist nun noch hervorzuheben, daß er bereits versuchte, die Entwickelung des Menschengeschlechts aus anderen, zunächst affenartigen Säugethieren darzuthun. Auch hier war es wieder in erster Linie die Gewohnheit, der er den umbildenden, veredelnden Einfluß zuschrieb. Er nahm also an, daß die niedersten, ursprünglichen Urmenschen entstanden seien aus den menschenähnlichen Affen, indem die letzteren sich angewöhnt hätten, aufrecht zu gehen. Die Erhebung des Rumpfes, das beständige Streben, sich aufrecht zu erhalten, führte zunächst zu einer Umbildung der Gliedmaßen, zu einer stärkeren Differenzirung

oder Sonderung der vorderen und hinteren Extremitäten, welche mit Recht als einer der wesentlichsten Unterschiede zwischen Menschen und Affen gilt. Hinten entwickelten sich Waden und platte Fußsohlen, vorn Greifarme und Hände. Der aufrechte Gang hatte zunächst eine freiere Umschau über die Umgebung zur Folge, und damit einen bedeutenden Fortschritt in der geistigen Entwickelung. Die Menschenaffen erlangten dadurch bald ein großes Uebergewicht über die anderen Affen, und weiterhin überhaupt über die umgebenden Organismen. Um die Herrschaft über diese zu behaupten, thaten sie sich in Gesellschaften zusammen, und es entwickelte sich, wie bei allen gesellig lebenden Thieren, das Bedürfniß einer Mittheilung ihrer Bestrebungen und Gedanken. So entstand das Bedürfniß der Sprache, deren anfangs rohe, ungegliederte Laute bald mehr und mehr in Verbindung gesetzt, ausgebildet und artikulirt wurden. Die Entwickelung der artikulirten Sprache war nun wieder der stärkste Hebel für eine weiter fortschreitende Entwickelung des Organismus und vor Allem des Gehirns, und so verwandelten sich allmählich und langsam die Affenmenschen in echte Menschen. Die wirkliche Abstammung der niedersten und rohesten Urmenschen von den höchst entwickelten Affen wurde also von Lamarck bereits auf das bestimmteste behauptet, und durch eine Reihe der wichtigsten Beweisgründe unterstützt.

Als der bedeutendste der französischen Naturphilosophen gilt gewöhnlich nicht Lamarck, sondern Etienne Geoffroy St. Hilaire (der Aeltere), geb. 1771, derjenige, für welchen auch Goethe sich besonders interessirte, und den wir oben bereits als den entschiedensten Gegner Cuvier's kennen gelernt haben. Er entwickelte seine Ideen von der Umbildung der organischen Species bereits gegen Ende des vorigen Jahrhunderts, veröffentlichte dieselben aber erst im Jahre 1828, und vertheidigte sie dann in den folgenden Jahren, besonders 1830, tapfer gegen Cuvier. Geoffroy S. Hilaire nahm im Wesentlichen die Descendenztheorie Lamarck's an, glaubte jedoch, daß die Umbildung der Thier- und Pflanzenarten weniger durch die eigene Thätigkeit des Organismus, (durch Gewohnheit, Uebung, Ge-

Digitized by Google

brauch oder Nichtgebrauch der Organe) bewirkt werde, als vielmehr durch den „Monde ambiant“, d. h. durch die beständige Veränderung der Außenwelt, insbesondere der Atmosphäre. Er faßt den Organismus gegenüber den Lebensbedingungen der Außenwelt mehr passiv oder leidend auf, Lamarck dagegen mehr activ oder handelnd. Geoffroy glaubt z. B., daß bloß durch Verminderung der Kohlensäure in der Atmosphäre aus eidechsenartigen Reptilien die Vögel entstanden seien, indem durch den größeren Sauerstoffgehalt der Athmungsprozeß lebhafter und energischer wurde. Dadurch entstand eine höhere Bluttemperatur, eine gesteigerte Nerven- und Muskelthätigkeit, aus den Schuppen der Reptilien wurden die Federn der Vögel u. s. w. Auch dieser Vorstellung liegt ein richtiger Gedanke zu Grunde. Aber wenn auch gewiß die Veränderung der Atmosphäre, wie die Veränderung jeder andern äußern Existenzbedingung, auf den Organismus direkt oder indirekt umgestaltend einwirkt, so ist dennoch diese einzelne Ursache an sich viel zu unbedeutend, um ihr solche Wirkungen zuzuschreiben. Sie ist selbst unbedeutender, als die von Lamarck zu einseitig betonte Uebung und Gewohnheit. Das Hauptverdienst von Geoffroy besteht darin, dem mächtigen Einflusse von Cuvier gegenüber die einheitliche Naturanschauung, die Einheit der organischen Formbildung und den tiefen genealogischen Zusammenhang der verschiedenen organischen Gestalten geltend gemacht zu haben. Die berühmten Streitigkeiten zwischen den beiden großen Gegnern in der Pariser Akademie, insbesondere die heftigen Conflicte am 22sten Februar und am 19. Juli 1830, an denen Goethe den lebendigsten Antheil nahm, habe ich bereits in dem vorhergehenden Vortrage erwähnt (S. 77, 78). Damals blieb Cuvier der anerkannte Sieger, und seit jener Zeit ist in Frankreich sehr Wenig oder eigentlich Nichts mehr für die weitere Entwickelung der Abstammungslehre, für den Ausbau einer monistischen Entwickelungstheorie geschehen. Offenbar ist dies vorzugsweise dem hinderlichen Einflusse zuzuschreiben, welchen Cuviers große Autorität ausübte. Noch heute sind die meisten französischen Naturforscher Schüler und blinde Anhänger Cu-

vier's. In keinem wissenschaftlich gebildeten Lande Europa's hat Darwin's Lehre so wenig gewirkt und ist sie so wenig verstanden worden, wie in Frankreich, so daß wir auf die französischen Naturforscher im weitern Verlauf unserer Betrachtungen uns gar nicht mehr zu beziehen brauchen. Höchstens könnten wir von den neuern französischen Naturforschern noch zwei angesehene Botaniker hervorheben, Naudin (1852) und Lecoq (1854), welche sich zu Gunsten der Veränderlichkeit und Umbildung der Arten auszusprechen wagten.

Nachdem wir nun die älteren Verdienste der deutschen und französischen Naturphilosophie um die Begründung der Abstammungslehre erörtert haben, wenden wir uns zu dem dritten (und in sehr vielen Beziehungen dem ersten!) großen Kulturlande Europas, zu dem freien England, welches in den letzten zehn Jahren der Hauptsitz und der eigentliche Ausgangsheerd für die weitere Ausbildung und die definitive Feststellung der Entwickelungstheorie geworden ist. Im Anfange unseres Jahrhunderts haben die Engländer, welche sonst immer so lebendig an jedem großen wissenschaftlichen Fortschritt der Menschheit Theil nehmen, und die ewigen Wahrheiten der Naturwissenschaft in erster Linie fördern, an der festländischen Naturphilosophie und an deren bedeutendstem Fortschritt, der Descendenztheorie, nur wenig Antheil gewonnen. Fast der einzige ältere englische Naturforscher, den wir hier zu nennen haben, ist Erasmus Darwin, der Großvater des Reformators der Descendenztheorie. Er veröffentlichte im Jahre 1794 unter dem Titel „Zoonomia" ein naturphilosophisches Werk, in welchem er ganz ähnliche Ansichten, wie Goethe und Lamarck ausspricht, ohne jedoch von diesen Männern damals irgend Etwas gewußt zu haben. Die Descendenztheorie lag offenbar schon damals in der Luft. Auch Erasmus Darwin legt großes Gewicht auf die Umgestaltung der Thier- und Pflanzenarten durch ihre eigene Lebensthätigkeit, durch die Angewöhnung an veränderte Existenzbedingungen u. s. w. Sodann spricht sich im Jahre 1822 W. Herbert dahin aus, daß die Arten oder Species der Thiere und Pflanzen Nichts weiter seien, als beständig gewordene Va-

rietäten oder Spielarten. Ebenso erklärte 1826 Grant in Edinburg, als er die Fortpflanzungsorgane der Schwämme entdeckte, daß neue Arten durch fortdauernde Umbildung aus bestehenden Arten hervorgehen. 1851 behauptete Freke, daß alle organischen Wesen von einer einzigen Urform abstammen müßten. Ausführlicher und in sehr klarer philosophischer Form bewies 1852 Herbert Spencer die Nothwendigkeit der Abstammungslehre und begründete dieselbe näher in seinen 1858 erschienenen vortrefflichen „Essays" und in den später veröffentlichten „Principles of Biology". Derselbe hat zugleich das große Verdienst, die Entwickelungstheorie auf die Psychologie angewandt und gezeigt zu haben, daß auch die Seelenthätigkeiten und die Geisteskräfte nur stufenweise erworben und allmählich entwickelt werden konnten. Endlich ist noch hervorzuheben, daß 1859 der Erste unter den englischen Zoologen, Huxley, die Descendenztheorie als die einzige Schöpfungshypothese bezeichnete, welche mit der wissenschaftlichen Physiologie vereinbar sei. In demselben Jahre erschien die „Einleitung in die Tasmanische Flora", worin der geistvolle englische Botaniker Hooker die Descendenztheorie annimmt und durch eigene Beobachtungen unterstützt.

Sämmtliche Naturforscher und Philosophen, welche Sie in dieser kurzen historischen Uebersicht als Anhänger der Entwickelungstheorie kennen gelernt haben, gelangten im besten Falle zu der Anschauung, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenarten, die zu irgend einer Zeit auf der Erde gelebt haben und noch jetzt leben, die allmählich veränderten und umgebildeten Nachkommen sind von einer einzigen, oder von einigen wenigen, ursprünglichen, höchst einfachen Stammformen, welche letztere einst durch Urzeugung (Generatio spontanea) aus anorganischer Materie entstanden. Aber Keiner von jenen Naturphilosophen gelangte dazu, diesen Grundgedanken der Abstammungslehre ursächlich zu begründen, und die Umbildung der organischen Species durch den wahren Nachweis ihrer mechanischen Ursachen wirklich zu erklären. Diese schwierigste Aufgabe vermochte

erst Charles Darwin zu lösen, und hierin liegt die weite Kluft, welche denselben von seinen Vorgängern trennt.

Das außerordentliche Verdienst Charles Darwin's ist nach meiner Ansicht ein doppeltes: er hat erstens die Abstammungslehre, deren Grundgedanken schon Goethe und Lamarck klar aussprachen, viel umfassender entwickelt, viel eingehender nach allen Seiten verfolgt, und viel strenger im Zusammenhang durchgeführt, als alle seine Vorgänger; und er hat zweitens eine neue Theorie aufgestellt, welche uns die natürlichen Ursachen der organischen Entwickelung, die wirkenden Ursachen (Causae efficientes) der organischen Formbildung, der Veränderungen und Umformungen der Thier- und Pflanzenarten enthüllt. Diese Theorie ist es, welche wir die Züchtungslehre oder Selectionstheorie, oder genauer die Theorie von der natürlichen Züchtung (Selectio naturalis) nennen.

Wenn Sie bedenken, daß (abgesehen von den wenigen vorher angeführten Ausnahmen) die gesammte Biologie vor Darwin den entgegengesetzten Anschauungen huldigte, und daß fast bei allen Zoologen und Botanikern die absolute Selbstständigkeit der organischen Species als selbstverständliche Voraussetzung aller Formbetrachtungen galt, so werden Sie jenes doppelte Verdienst Darwin's gewiß nicht gering anschlagen. Das falsche Dogma von der Beständigkeit und unabhängigen Erschaffung der einzelnen Arten hatte eine so hohe Autorität und eine so allgemeine Geltung gewonnen, und wurde außerdem durch den trügenden Augenschein bei oberflächlicher Betrachtung so sehr begünstigt, daß wahrlich kein geringer Grad von Muth, Kraft und Verstand dazu gehörte, sich reformatorisch gegen jenes allmächtige Dogma zu erheben und das künstlich darauf errichtete Lehrgebäude zu zertrümmern. Außerdem brachten aber Darwin und Wallace noch den neuen und höchst wichtigen Grundgedanken der „natürlichen Züchtung" zu Lamarck's und Goethe's Abstammungslehre hinzu.

Man muß diese beiden Punkte scharf unterscheiden, — freilich geschieht es gewöhnlich nicht, — man muß scharf unterscheiden erstens die Abstammungslehre oder Descendenztheorie von Lamarck,

welche bloß behauptet, daß alle Thier- und Pflanzenarten von gemeinsamen, einfachsten, spontan entstandenen Urformen abstammen — und zweitens die Züchtungslehre oder Selectionstheorie von Darwin, welche uns zeigt, warum diese fortschreitende Umbildung der organischen Gestalten stattfand, welche mechanisch wirkenden Ursachen die ununterbrochene Neubildung und immer größere Mannichfaltigkeit der Thiere und Pflanzen bedingen.

Eine gerechte Würdigung kann Darwin's unsterbliches Verdienst erst später erwarten, wenn die Entwickelungstheorie, nach Ueberwindung aller entgegengesetzten Schöpfungstheorien, als das oberste Erklärungsprincip der Anthropologie, und dadurch aller anderen Wissenschaften, anerkannt sein wird. Gegenwärtig, wo in dem heiß entbrannten Kampfe um die Wahrheit Darwins Name den Anhängern der natürlichen Entwickelungstheorie als Parole dient, wird sein Verdienst in entgegengesetzter Richtung verkannt, indem die einen es ebenso überschätzen, als es die anderen herabsetzen.

Ueberschätzt wird Darwins Verdienst, wenn man ihn als den Begründer der Descendenztheorie oder gar der gesammten Entwickelungstheorie bezeichnet. Wie sie aus der historischen Darstellung dieses und der vorhergehenden Vorträge bereits entnommen haben, ist die Entwickelungstheorie als solche uralt; alle Naturphilosophen, welche sich nicht dem blinden Dogma einer übernatürlichen Schöpfung gebunden überliefern wollten, mußten eine natürliche Entwickelung annehmen. Aber auch die Descendenztheorie, als der umfassende biologische Theil der universalen Entwickelungstheorie, wurde von Lamarck bereits so klar ausgesprochen und mit den wichtigsten Konsequenzen ausgeführt, daß wir ihn als den eigentlichen Begründer derselben verehren müssen. Daher darf nicht die Descendenztheorie als Darwinismus bezeichnet werden, sondern nur die Selectionstheorie. Diese letztere ist aber an sich von solcher Bedeutung, daß man ihren Werth kaum hoch genug anschlagen kann.

Unterschätzt wird Darwins Verdienst natürlich von allen seinen Gegnern. Doch kann man von wissenschaftlichen Gegnern dessel-

ben, die durch gründliche biologische Bildung zur Abgabe eines Urtheils legitimirt wären, eigentlich nicht mehr reden. Denn unter allen gegen Darwin und die Descendenztheorie veröffentlichten Schriften kann mit Ausnahme derjenigen von Agassiz keine einzige Anspruch überhaupt auf Berücksichtigung, geschweige denn Widerlegung erheben; so offenbar sind sie alle entweder ohne gründliche Kenntniß der biologischen Thatsachen, oder ohne klares philosophisches Verständniß derselben geschrieben. Um die Angriffe von Theologen und anderen Laien aber, die überhaupt Nichts von der Natur wissen, brauchen wir uns nicht weiter zu kümmern.

Der einzige hervorragende wissenschaftliche Gegner, der jetzt überhaupt noch Darwin und der ganzen Entwickelungstheorie gegenübersteht, dessen principielle Opposition aber freilich auch eigentlich nur als philosophische Kuriosität Beachtung verdient, ist Louis Agassiz. In der 1869 in Paris erschienenen französischen Uebersetzung seines vorher von uns betrachteten „Essay on classification“ [5]), hat Agassiz seinen schon früher vielfach geäußerten Gegensatz gegen den „Darwinismus“ in die entschiedenste Form gebracht. Er hat dieser Uebersetzung einen besonderen, 16 Seiten langen Abschnitt angehängt, welcher den Titel führt: „Le Darwinisme. Classification de Haeckel.“ In diesem sonderbaren Capitel stehen die wunderlichsten Dinge zu lesen, wie z. B. „die Darwin'sche Idee ist eine Konception a priori. — Der Darwinismus ist eine Travestie der Thatsachen. — Die Wissenschaft würde auf die Rechte verzichten, die sie bisher auf das Vertrauen der ernsten Geister besessen hat, wenn dergleichen Skizzen als die Anzeichen eines wahren Fortschrittes aufgenommen würden!“ — Die Krone setzt aber der seltsamen Polemik folgender Satz auf: „Der Darwinismus schließt fast die ganze Masse der erworbenen Kenntnisse aus, um nur das zurückzubehalten und sich zu assimiliren, was seiner Doctrin dienen kann!“

Das heißt denn doch die ganze Sachlage vollständig auf den Kopf stellen! Der Biologe, der die Thatsachen kennt, muß über den Muth erstaunen, mit dem Agassiz solche Sätze ausspricht, Sätze,

an denen kein wahrer Buchſtabe iſt, und die er ſelbſt nicht glauben kann! Die unerſchütterliche Stärke der Deſcendenztheorie liegt gerade darin, daß ſämmtliche biologiſche Thatſachen eben nur durch ſie erklärbar ſind, ohne ſie dagegen unverſtändliche Wunder bleiben. Alle unſere „erworbenen Kenntniſſe" in der vergleichenden Anatomie und Phyſiologie, in der Embryologie und Paläontologie, in der Lehre von der geographiſchen und topographiſchen Verbreitung der Organismen u. ſ. w., ſie alle ſind unwiderlegliche Zeugniſſe für die Wahrheit der Deſcendenztheorie.

Ich habe in meiner generellen Morphologie [4]) und beſonders im ſechſten Buche derſelben (in der generellen Phylogenie) den „Essay on classification" von Agaſſiz in allen weſentlichen Punkten eingehend widerlegt. In meinem 24ſten Kapitel habe ich demjenigen Abſchnitte, den Agaſſiz ſelbſt für den wichtigſten hält (über die Gruppenſtufen oder Kategorien des Syſtems) eine ſehr ausführliche und ſtreng wiſſenſchaftliche Erörterung gewidmet, und gezeigt, daß dieſer ganze Abſchnitt ein reines Luftſchloß, ohne jede Spur von realer Begründung iſt. Agaſſiz hütet ſich aber wohl, auf dieſe Widerlegung irgendwie einzugehen, wie er ja auch nicht im Stande iſt, irgend etwas Stichhaltiges dagegen vorzubringen. Er kämpft nicht mit Beweisgründen, ſondern mit Phraſen! Eine derartige Gegnerſchaft wird aber den vollſtändigen Sieg der Entwickelungstheorie nicht aufhalten, ſondern nur beſchleunigen!

Sechster Vortrag.

Entwickelungstheorie von Lyell und Darwin.

Charles Lyell's Grundsätze der Geologie. Seine natürliche Entwickelungsgeschichte der Erde. Entstehung der größten Wirkungen durch Summirung der kleinsten Ursachen. Entstehung der Gebirge durch langsame, sehr lange Zeit fortdauernde Hebungen und Senkungen des Erdbodens. Unbegrenzte Länge der geologischen Zeiträume. Lyell's Widerlegung der Cuvierschen Schöpfungsgeschichte. Begründung des ununterbrochenen Zusammenhangs der geschichtlichen Entwickelung durch Lyell und Darwin. Biographische Notizen über Charles Darwin. Seine wissenschaftlichen Werke. Seine Korallenrifftheorie. Entwickelung der Selectionstheorie. Ein Brief von Darwin. Gleichzeitige Veröffentlichung der Selectionstheorie von Charles Darwin und Alfred Wallace. Darwin's neuestes Werk. Sein Studium der Hausthiere und Culturpflanzen. Hohe Bedeutung dieses Studiums. Andreas Wagner's Ansicht von der besonderen Schöpfung der Culturorganismen für den Menschen. Der Baum des Erkenntnisses im Paradies. Vergleichung der wilden und der Culturorganismen. Darwin's Studium der Haustauben. Bedeutung der Taubenzucht. Unendliche Verschiedenheit der Taubenrassen und gemeinsame Abstammung derselben von einer einzigen Stammart.

Meine Herren! In den letzten drei Jahrzehnten, welche vor dem Erscheinen von Darwin's Werk verflossen, vom Jahre 1830 bis 1859, blieben in den organischen Naturwissenschaften die Schöpfungsvorstellungen durchaus herrschend, welche von Cuvier eingeführt waren. Man bequemte sich zu der unwissenschaftlichen Annahme, daß im Verlaufe der Erdgeschichte eine Reihe von unerklärlichen Erdrevolutionen periodisch die ganze Thier- und Pflanzenwelt

Digitized by Google

vernichtet habe, und daß am Ende jeder Revolution, beim Beginn einer neuen Periode, eine neue, vermehrte und verbesserte Auflage der organischen Bevölkerung erschienen sei. Trotzdem die Anzahl dieser Schöpfungsauflagen durchaus streitig und in Wahrheit gar nicht festzustellen war, trotzdem die zahlreichen Fortschritte, welche in allen Gebieten der Zoologie und Botanik während dieser Zeit gemacht wurden, auf die Unhaltbarkeit jener bodenlosen Hypothese Cuvier's und auf die Wahrheit der natürlichen Entwickelungstheorie Lamarck's immer dringender hinwiesen, blieb dennoch die erstere fast allgemein bei den Biologen in Geltung. Dies ist vor Allem der hohen Autorität zuzuschreiben, welche sich Cuvier erworben hatte, und es zeigt sich hier wieder schlagend, wie schädlich der Glaube an eine bestimmte Autorität dem Entwickelungsleben der Menschen wird, die Autorität, von der Goethe einmal treffend sagt: daß sie im Einzelnen verewigt, was einzeln vorübergehen sollte, daß sie ablehnt und an sich vorübergehen läßt, was festgehalten werden sollte, und daß sie hauptsächlich Schuld ist, wenn die Menschheit nicht vom Flecke kommt.

Nur durch das große Gewicht von Cuvier's Autorität, und durch die gewaltige Macht der menschlichen Trägheit, welche sich schwer entschließt, von dem breitgetretenem Wege der alltäglichen Vorstellungen abzugehen, und neue, noch nicht bequem gebahnte Pfade zu betreten, läßt es sich begreifen, daß Lamarck's Descendenztheorie erst 1859 zur Geltung gelangte, nachdem Darwin ihr ein neues Fundament gegeben hatte. Der empfängliche Boden für dieselbe war längst vorbereitet, ganz besonders durch das Verdienst eines anderen englischen Naturforschers, Charles Lyell, auf dessen hohe Bedeutung für die „natürliche Schöpfungsgeschichte" wir hier nothwendig einen Blick werfen müssen.

Unter dem Titel: Grundsätze der Geologie (Principles of geology)[11]) veröffentlichte Charles Lyell 1830 ein Werk, welches die Geologie, die Entwickelungsgeschichte der Erde, von Grund aus umgestaltete, und dieselbe in ähnlicher Weise reformirte, wie 30 Jahre später Darwin's Werk die Biologie. Lyell's epochemachendes

Buch, welches Cuvier's Schöpfungshypothese an der Wurzel zerstörte, erschien in demselben Jahre, in welchem Cuvier seine großen Triumphe über die Naturphilosophie feierte, und seine Oberherrschaft über das morphologische Gebiet auf drei Jahrzehnte hinaus befestigte. Während Cuvier durch seine künstliche Schöpfungshypothese und die damit verbundene Revolutionstheorie einer natürlichen Entwickelungstheorie geradezu den Weg verlegte und den Faden der natürlichen Erklärung abschnitt, brach Lyell derselben wieder freie Bahn, und führte einleuchtend den geologischen Beweis, daß jene dualistischen Vorstellungen Cuvier's ebensowohl ganz unbegründet, als auch ganz überflüssig seien. Er wies nach, daß diejenigen Veränderungen der Erdoberfläche, welche noch jetzt unter unsern Augen vor sich gehen, vollkommen hinreichend seien, Alles zu erklären, was wir von der Entwickelung der Erdrinde überhaupt wissen, und daß es vollständig überflüssig und unnütz sei, in räthselhaften Revolutionen die unerklärlichen Ursachen dafür zu suchen. Er zeigte, daß man weiter Nichts zu Hülfe zu nehmen brauche, als außerordentlich lange Zeiträume, um die Entstehung des Baues der Erdrinde auf die einfachste und natürlichste Weise aus denselben Ursachen zu erklären, welche noch heutzutage wirksam sind. Viele Geologen hatten sich früher gedacht, daß die höchsten Gebirgsketten, welche auf der Erdoberfläche hervortreten, ihren Ursprung nur ungeheuren, einen großen Theil der Erdoberfläche umgestaltenden Revolutionen, insbesondere colossalen vulkanischen Ausbrüchen verdanken könnten. Solche Bergketten z. B. wie die Alpen, oder wie die Cordilleren, sollten auf einmal aus dem feuerflüssigen Erdinnern durch einen ungeheuren Spalt der weit geborstenen Erdrinde emporgestiegen sein. Lyell zeigte dagegen, daß wir uns die Entwickelung solcher ungeheuren Gebirgsketten aus denselben langsamen, unmerklichen Hebungen der Erdoberfläche erklären können, die noch jetzt fortwährend vor sich gehen, und deren Ursachen keineswegs wunderbar sind. Diese Hebungen und Senkungen, wenn auch langsam und unmerklich vor sich gehend, können die größten Erfolge erreichen, wenn sie nur einen hinlänglich großen Zeitraum hin-

durch ihre Wirksamkeit entfalten. Es ist bekannt, daß an zahlreichen Stellen der Erde noch jetzt eine beständige langsame Senkung der Küste sich nachweisen läßt, ebenso wie an anderen Stellen eine Hebung; Senkungen und Hebungen, die vielleicht im Jahrhundert nur ein paar Zoll oder höchstens einige Fuß betragen. Sobald diese Hebungen Millionen oder Milliarden von Jahren andauern, so genügen dieselben vollständig, um die höchsten Gebirgsketten hervortreten zu lassen, ohne daß dazu jene räthselhaften und unbegreiflichen Revolutionen nöthig wären. Auch die meteorologische Thätigkeit der Atmosphäre, die Wirksamkeit des Regens und des Schnees, ferner die Brandung der Küste, welche an und für sich nur unbedeutend zu wirken scheinen, müssen die größten Veränderungen hervorbringen, wenn man nur hinlänglich große Zeiträume für deren Wirksamkeit in Anspruch nimmt. Die Summirung der kleinsten Ursachen bringt die größten Wirkungen hervor. Der Wassertropfen höhlt den Stein aus.

Auf die unermeßliche Länge der geologischen Zeiträume, welche hierzu erforderlich sind, müssen wir nothwendig später noch einmal zurückkommen, da, wie Sie sehen werden, auch für Darwin's Theorie, ebenso wie für diejenige Lyell's, die Annahme ganz ungeheurer Zeitmaaße absolut unentbehrlich ist. Wenn die Erde und ihre Organismen sich wirklich auf natürlichem Wege entwickelt haben, so muß diese langsame und allmähliche Entwickelung jedenfalls eine Zeitdauer in Anspruch genommen haben, deren Vorstellung unser Fassungsvermögen gänzlich übersteigt. Da Viele aber gerade hierin eine Hauptschwierigkeit jener Entwickelungstheorien erblicken, so will ich hier schon von vornherein bemerken, daß wir nicht einen einzigen vernünftigen Grund haben, irgend wie uns die hierzu erforderliche Zeit beschränkt zu denken. Wenn nicht allein viele Laien, sondern selbst hervorragende Naturforscher, z. B. Liebig, als Haupteinwand gegen diese Theorien einwerfen, daß dieselben willkürlich zu lange Zeiträume in Anspruch nähmen, so ist dieser Einwand kaum zu begreifen. Denn es ist absolut nicht einzusehen, was uns in der Annahme derselben irgendwie beschränken sollte. Wir wissen längst

allein schon aus dem Bau der geschichteten Erdrinde, daß die Entstehung derselben, der Absatz der neptunischen Gesteine aus dem Wasser, allermindestens mehrere Millionen Jahre gedauert haben muß. Ob wir aber hypothetisch für diesen Prozeß zehn Millionen oder zehntausend Billionen Jahre annehmen, ist vom Standpunkte der strengsten Naturphilosophie gänzlich gleichgültig. Vor uns und hinter uns liegt die Ewigkeit. Wenn sich bei Vielen gegen die Annahme von so ungeheuren Zeiträumen das Gefühl sträubt, so ist das die Folge der falschen Vorstellungen, welche uns von frühester Jugend an über die verhältnißmäßig kurze, nur wenige Jahrtausende umfassende Geschichte der Erde eingeprägt werden. Wie Albert Lange in seiner Geschichte des Materialismus [12]) Liebig gegenüber schlagend beweist, ist es vom streng kritisch-philosophischen Standpunkte aus jeder naturwissenschaftlichen Hypothese viel eher erlaubt, die Zeiträume zu groß, als zu klein anzunehmen. Jeder Entwickelungsvorgang läßt sich um so eher begreifen, je längere Zeit er dauert. Ein kurzer und beschränkter Zeitraum für denselben ist von vornherein das Unwahrscheinlichste. Jene angebliche Schwierigkeit wird uns daher in keinem Falle etwas zu schaffen machen.

Ich habe hier nicht Zeit, auf Lyell's vorzügliches Werk näher einzugehen, und will daher bloß das wichtigste Resultat desselben Ihnen mittheilen, daß es nämlich Cuvier's Schöpfungsgeschichte mit ihren mythischen Revolutionen gründlich widerlegte, und an deren Stelle einfach die beständige langsame Umbildung der Erdrinde durch die fortdauernde Thätigkeit der noch jetzt auf die Erdoberfläche wirkenden Kräfte setzte, die Thätigkeit des Wassers und des vulkanischen Erdinnern. Lyell wies also einen continuirlichen, ununterbrochenen Zusammenhang der ganzen Erdgeschichte nach, und er bewies denselben so unwiderleglich, er begründete so einleuchtend die Herrschaft der „existing causes", der noch heute wirksamen, dauernden Ursachen in der Umbildung der Erdrinde, daß in kurzer Zeit die Geologie Cuvier's Hypothese vollkommen aufgab.

Nun ist es aber merkwürdig, daß die Paläontologie, die Wissen-

schaft von den Versteinerungen, soweit sie von den Botanikern und Zoologen getrieben wurde, von diesem großen Fortschritt der Geologie scheinbar unberührt blieb. Die Biologie nahm fortwährend noch jene wiederholte neue Schöpfung der gesammten Thier- und Pflanzenbevölkerung am Beginne jeder neuen Periode der Erdgeschichte an, obwohl diese Hypothese von den einzelnen, schubweise in die Welt gesetzten Schöpfungen ohne die Annahme der Revolutionen reiner Unsinn wurde und gar keinen Halt mehr hatte. Offenbar ist es vollkommen ungereimt, eine besondere neue Schöpfung der ganzen Thier- und Pflanzenwelt zu bestimmten Zeitabschnitten anzunehmen, ohne daß die Erdrinde selbst dabei irgend eine beträchtliche allgemeine Umwälzung erfährt. Trotzdem also jene Vorstellung auf das Engste mit der Katastrophentheorie Cuvier's zusammenhängt, blieb sie dennoch herrschend, nachdem die letztere bereits zerstört war.

Es war nun dem großen englischen Naturforscher Charles Darwin vorbehalten, diesen Zwiespalt völlig zu beseitigen und zu zeigen, daß auch die Lebewelt der Erde eine ebenso continuirlich zusammenhängende Geschichte hat, wie die unorganische Rinde der Erde; daß auch die Thiere und Pflanzen ebenso allmählich durch Umwandlung (Transmutation) auseinander hervorgegangen sind, wie die wechselnden Formen der Erdrinde, der Continente und der sie umschließenden und trennenden Meere aus früheren, ganz davon verschiedenen Formen hervorgegangen sind. Wir können in dieser Beziehung wohl sagen, daß Darwin auf dem Gebiete der Zoologie und Botanik den gleichen Fortschritt herbeiführte, wie Lyell, sein großer Landsmann, auf dem Gebiete der Geologie. Durch Beide wurde der ununterbrochene Zusammenhang der geschichtlichen Entwickelung bewiesen, und eine allmähliche Umänderung der verschiedenen auf einander folgenden Zustände dargethan.

Das besondere Verdienst Darwin's ist nun, wie bereits in dem vorigen Vortrage bemerkt worden ist, ein doppeltes. Er hat erstens die von Lamarck und Goethe aufgestellte Descendenztheorie in viel umfassenderer Weise als Ganzes behandelt und im Zusammenhang

durchgeführt, als es von allen seinen Vorgängern geschehen war. Zweitens aber hat er dieser Abstammungslehre durch seine, ihm eigenthümliche Züchtungslehre (die Selectionstheorie) das causale Fundament gegeben, d. h. er hat die wirkenden Ursachen der Veränderungen nachgewiesen, welche von der Abstammungslehre nur als Thatsachen behauptet werden. Die von Lamarck 1809 in die Biologie eingeführte Descendenztheorie behauptet, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenarten von einer einzigen oder einigen wenigen, höchst einfachen, spontan entstandenen Urformen abstammen. Die von Darwin 1859 begründete Selectionstheorie zeigt uns, warum dies der Fall sein mußte, sie weist uns die wirkenden Ursachen so nach, wie es nur Kant wünschen konnte, und Darwin ist in der That auf dem Gebiete der organischen Naturwissenschaft der Newton geworden, dessen Kommen Kant prophetisch verneinen zu können glaubte.

Ehe Sie nun an Darwin's Theorie herantreten, wird es Ihnen vielleicht von Interesse sein, Einiges über die Persönlichkeit dieses großen Naturforschers zu hören, über sein Leben und die Wege auf denen er zur Aufstellung seiner Lehre gelangte. Charles Robert Darwin ist am 12. Februar 1809 zu Shrewsbury am Severn-Fluß geboren, also gegenwärtig einundsechzig Jahre alt. Im siebzehnten Jahre (1825) bezog er die Universität Edinburgh, und zwei Jahre später Christ's College zu Cambridge. Kaum 22 Jahre alt, wurde er 1831 zur Theilnahme an einer wissenschaftlichen Expedition berufen, welche von den Engländern ausgeschickt wurde, vorzüglich um die Südspitze Südamerika's genauer zu erforschen und verschiedene Punkte der Südsee zu untersuchen. Diese Expedition hatte, gleich vielen anderen, rühmlichen, von England ausgerüsteten Forschungsreisen, sowohl wissenschaftliche, als auch practische, auf die Schifffahrt bezügliche Aufgaben zu erfüllen. Das Schiff, von Capitain Fitzroy commandirt, führte in treffend symbolischer Weise den Namen „Beagle" oder Spürhund. Die Reise des Beagle, welche fünf Jahre dauerte, wurde für Darwin's ganze Ent-

Digitized by Google

wickelung von der größten Bedeutung, und ſchon im erſten Jahre, als er zum erſtenmal den Boden Südamerika's betrat, keimte in ihm der Gedanke der Abſtammungslehre auf, den er dann ſpäterhin zu ſo vollendeter Blüthe entwickelte. Die Reiſe ſelbſt hat Darwin in einem von Dieffenbach in das Deutſche überſetzten Werke beſchrieben, welches ſehr anziehend geſchrieben iſt, und deſſen Lectüre ich Ihnen angelegentlich empfehle [13]). In dieſer Reiſebeſchreibung, welche ſich weit über den gewöhnlichen Durchſchnitt erhebt, tritt Ihnen nicht allein die liebenswürdige Perſönlichkeit Darwin's in ſehr anziehender Weiſe entgegen, ſondern Sie können auch vielfach die Spuren der Wege erkennen, auf denen er zu ſeinen Vorſtellungen gelangte. Als Reſultat dieſer Reiſe erſchien zunächſt ein großes wiſſenſchaftliches Reiſewerk, an deſſen zoologiſchem und geologiſchem Theil ſich Darwin bedeutend betheiligte, und ferner eine ausgezeichnete Arbeit deſſelben über die Bildung der Korallenriffe, welche allein genügt haben würde, Darwin's Namen mit bleibendem Ruhme zu krönen. Es wird Ihnen bekannt ſein, daß die Inſeln der Südſee größtentheils aus Korallenriffen beſtehen oder von ſolchen umgeben ſind. Die verſchiedenen merkwürdigen Formen derſelben und ihr Verhältniß zu den nicht aus Korallen gebildeten Inſeln vermochte man ſich früher nicht befriedigend zu erklären. Erſt Darwin war es vorbehalten dieſe ſchwierige Aufgabe zu löſen, indem er außer der aufbauenden Thätigkeit der Korallenthiere auch geologiſche Hebungen und Senkungen des Meeresbodens für die Entſtehung der verſchiedenen Riffgeſtalten in Anſpruch nahm. Darwin's Theorie von der Entſtehung der Korallenriffe iſt, ebenſo wie ſeine ſpätere Theorie von der Entſtehung der organiſchen Arten, eine Theorie, welche die Erſcheinungen vollkommen erklärt, und dafür nur die einfachſten natürlichen Urſachen in Anſpruch nimmt, ohne ſich hypothetiſch auf irgend welche unbekannten Vorgänge zu beziehen. Unter den übrigen Arbeiten Darwin's iſt noch ſeine ausgezeichnete Monographie der Cirrhipedien hervorzuheben, einer merkwürdigen Klaſſe von Seethieren, welche im äußeren Anſehen den

Muscheln gleichen und von Cuvier in der That für zweischalige Mollusken gehalten wurden, während dieselben in Wahrheit zu den Krebsthieren (Crustaceen) gehören.

Die außerordentlichen Strapatzen, denen Darwin während der fünfjährigen Reise des Beagle ausgesetzt war, hatten seine Gesundheit dergestalt zerrüttet, daß er sich nach seiner Rückkehr aus dem unruhigen Treiben London's zurückziehen mußte, und seitdem in stiller Zurückgezogenheit auf seinem Gute Down, in der Nähe von Bromley in Kent (mit der Eisenbahn kaum eine Stunde von London entfernt), wohnte. Diese Abgeschiedenheit von dem unruhigen Getreibe der großen Weltstadt wurde jedenfalls äußerst segensreich für Darwin, und es ist wahrscheinlich, daß wir ihr theilweise mit die Entstehung der Selectionstheorie verdanken. Unbehelligt durch die verschiedenen Geschäfte, welche in London seine Kräfte zersplittert haben würden, konnte er seine ganze Thätigkeit auf das Studium des großen Problems concentriren, auf welches er durch jene Reise hingelenkt worden war. Um Ihnen zu zeigen, welche Wahrnehmungen während seiner Weltumsegelung vorzüglich den Grundgedanken der Selectionstheorie in ihm anregten, und in welcher Weise er denselben dann weiter entwickelte, erlauben Sie mir, Ihnen eine Stelle aus einem Briefe mitzutheilen, welchen Darwin am 8. October 1864 an mich richtete:

„In Südamerika traten mir besonders drei Klassen von Erscheinungen sehr lebhaft vor die Seele: Erstens die Art und Weise, in welcher nahe verwandte Species einander vertreten und ersetzen, wenn man von Norden nach Süden geht; — Zweitens die nahe Verwandtschaft derjenigen Species, welche die Südamerika nahe gelegenen Inseln bewohnen, und derjenigen Species, welche diesem Festland eigenthümlich sind; dies setzte mich in tiefes Erstaunen, besonders die Verschiedenheit derjenigen Species, welche die nahe gelegenen Inseln des Galopagosarchipels bewohnen; — Drittens die nahe Beziehung der lebenden zahnlosen Säugethiere (Edentata) und Nagethiere (Rodentia) zu den ausgestorbenen Arten. Ich werde nie-

mals mein Erstaunen vergessen, als ich ein riesengroßes Panzerstück ausgrub, ähnlich demjenigen eines lebenden Gürtelthiers.

„Als ich über diese Thatsachen nachdachte und einige ähnliche Erscheinungen damit verglich, schien es mir wahrscheinlich, daß nahe verwandte Species von einer gemeinsamen Stammform abstammen könnten. Aber einige Jahre lang konnte ich nicht begreifen, wie eine jede Form so ausgezeichnet ihren besonderen Lebensverhältnissen angepaßt werden konnte. Ich begann darauf systematisch die Hausthiere und die Gartenpflanzen zu studiren, und sah nach einiger Zeit deutlich ein, daß die wichtigste umbildende Kraft in des Menschen Zuchtwahlvermögen liege, in seiner Benutzung auserlesener Individuen zur Nachzucht. Dadurch daß ich vielfach die Lebensweise und Sitten der Thiere studirt hatte, war ich darauf vorbereitet, den Kampf um's Dasein richtig zu würdigen; und meine geologischen Arbeiten gaben mir eine Vorstellung von der ungeheuren Länge der verflossenen Zeiträume. Als ich dann durch einen glücklichen Zufall das Buch von Malthus „über die Bevölkerung" las, tauchte der Gedanke der natürlichen Züchtung in mir auf. Unter allen den untergeordneten Punkten war der letzte, den ich schätzen lernte, die Bedeutung und Ursache des Divergenzprinzips".

Während der Muße und Zurückgezogenheit, in der Darwin nach der Rückkehr von seiner Reise lebte, beschäftigte er sich, wie aus dieser Mittheilung hervorgeht, zunächst vorzugsweise mit dem Studium der Organismen im Culturzustande, der Hausthiere und Gartenpflanzen. Unzweifelhaft war dies der nächste und richtigste Weg, um zur Selectionstheorie zu gelangen. Wie in allen seinen Arbeiten, verfuhr Darwin dabei äußerst sorgfältig und genau. Er hat mit bewunderungswürdiger Vorsicht und Selbstverläugnung vom Jahre 1837—1858, also 21 Jahre lang, über diese Sache Nichts veröffentlicht, selbst nicht eine vorläufige Skizze seiner Theorie, welche er schon 1844 niedergeschrieben hatte. Er wollte immer noch mehr sicher begründete empirische Beweise sammeln, um so die Theorie ganz vollständig, auf möglichst breiter Erfahrungsgrundlage festgestellt, veröf-

sentlichen zu können. Zum Glück wurde er in diesem Streben nach möglichster Vervollkommnung, welches vielleicht dazu geführt haben würde, die Theorie überhaupt nicht zu veröffentlichen, durch einen Landsmann gestört, welcher unabhängig von Darwin die Selectionstheorie sich ausgedacht und aufgestellt hatte, und welcher 1858 die Grundzüge derselben an Darwin selbst einsendete, mit der Bitte, dieselben an Lyell zur Veröffentlichung in einem englischen Journale zu übergeben. Dieser Engländer ist Alfred Wallace [36]), einer der kühnsten und verdientesten naturwissenschaftlichen Reisenden der neueren Zeit. Viele Jahre war Wallace allein in den Wildnissen der Sundainseln, in den dichten Urwäldern des indischen Archipels umhergestreift, und bei diesem unmittelbaren und umfassenden Studium eines der reichsten und interessantesten Erdstücke mit seiner höchst mannichfaltigen Thier- und Pflanzenwelt war er genau zu denselben allgemeinen Anschauungen über die Entstehung der organischen Arten, wie Darwin gelangt. Lyell und Hooker, welche Beide Darwin's Arbeit seit langer Zeit kannten, veranlaßten ihn nun, einen kurzen Auszug aus seinen Manuscripten gleichzeitig mit dem eingesandten Manuscript von Wallace zu veröffentlichen, was auch im August 1858 im „Journal of the Linnean Society" geschah.

Im November 1859 erschien dann das epochenmachende Werk Darwin's „Ueber die Entstehung der Arten," in welchem die Selectionstheorie ausführlich begründet ist. Jedoch bezeichnet Darwin selbst dieses Buch, von welchem 1869 die fünfte Auflage und bereits 1860 eine deutsche Uebersetzung von Bronn erschien [1]), nur als einen vorläufigen Auszug aus einem größeren und ausführlicheren Werke, welches in umfassender empirischer Beweisführung eine Masse von Thatsachen zu Gunsten seiner Theorie enthalten soll. Der erste Theil dieses von Darwin in Aussicht gestellten Hauptwerkes ist vor Kurzem unter dem Titel: „Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication" erschienen und von Victor Carus ins Deutsche übersetzt worden [14]). Er enthält eine reiche Fülle von den trefflichsten Belegen für die außerordentlichen Veränderungen der organischen For-

Digitized by Google

men, welche der Mensch durch seine Cultur und künstliche Züchtung hervorbringen kann. So sehr wir auch Darwin für diesen Ueberfluß an beweisenden Thatsachen verbunden sind, so theilen wir doch keineswegs die Meinung jener Naturforscher, welche glauben, daß durch diese weiteren Ausführungen die Selectionstheorie eigentlich erst fest begründet werden müsse. Nach unserer Ansicht enthält bereits Darwin's erstes, 1859 erschienenes Werk, diese Begründung in völlig ausreichendem Maaße. Die unangreifbare Stärke seiner Theorie liegt nicht in der Unmasse von einzelnen Thatsachen, welche man als Beweis dafür anführen kann, sondern in dem harmonischen Zusammenhang aller großen und allgemeinen Erscheinungsreihen der organischen Natur, welche übereinstimmend für die Wahrheit der Selectionstheorie Zeugniß ablegen.

Von der größten Bedeutung für die Begründung der Selectionstheorie war das eingehende Studium, welches Darwin den Hausthieren und Culturpflanzen widmete. Die unendlich tiefen und mannichfaltigen Formveränderungen, welche der Mensch an diesen domesticirten Organismen durch künstliche Züchtung erzeugt hat, sind für das richtige Verständniß der Thier- und Pflanzenformen von der allergrößten Wichtigkeit; und dennoch ist in kaum glaublicher Weise dieses Studium von den Zoologen und Botanikern bis in die neueste Zeit in der gröbsten Weise vernachlässigt worden. Es sind nicht allein dicke Bände, sondern ganze Bibliotheken vollgeschrieben worden mit den unnützesten Beschreibungen der einzelnen Arten oder Species, angefüllt mit höchst kindischen Streitigkeiten darüber, ob diese Species gute oder ziemlich gute, schlechte oder ziemlich schlechte Arten seien, ohne daß dem Artbegriff selbst darin zu Leibe gegangen ist. Wenn die Naturforscher, statt auf diese ganz unnützen Spielereien ihre Zeit zu verwenden, die Culturorganismen gehörig studirt und nicht die einzelnen todten Formen sondern die Umbildung der lebendigen Gestalten in das Auge gefaßt hätten, so würde man nicht so lange in den Fesseln des Cuvier'schen Dogmas befangen gewesen sein. Weil nun aber diese Culturorganismen gerade der dogmatischen Auffassung

von der Beharrlichkeit der Art, von der Conſtanz der Species ſo äußerſt unbequem ſind, ſo hat man ſich großen Theils abſichtlich nicht um dieſelben bekümmert und es iſt ſogar vielfach, ſelbſt von berühmten Naturforſchern der Gedanke ausgeſprochen worden, dieſe Culturorganismen, die Hausthiere und Gartenpflanzen, ſeien Kunſtproducte des Menſchen, und deren Bildung und Umbildung könne gar nichts über das Weſen der Bildung und über die Entſtehung der Formen bei den wilden, im Naturzuſtande lebenden Arten entſcheiden.

Dieſe verkehrte Auffaſſung ging ſo weit, daß z. B. ein Münchener Zoologe, Andreas Wagner, alles Ernſtes die lächerliche Behauptung aufſtellte: Die Thiere und Pflanzen im wilden Zuſtande ſind vom Schöpfer als beſtimmt unterſchiedene und unveränderliche Arten erſchaffen worden; allein bei den Hausthieren und Culturpflanzen war dies deshalb nicht nöthig, weil er dieſelben von vornherein für den Gebrauch des Menſchen einrichtete. Der Schöpfer machte alſo den Menſchen aus einem Erdenkloß, blies ihm lebendigen Odem in ſeine Naſe und ſchuf dann für ihn die verſchiedenen nützlichen Hausthiere und Gartenpflanzen, bei denen er ſich in der That die Mühe der Speciesunterſcheidung ſparen konnte. Ob der Baum des Erkenntniſſes im Paradiesgarten eine „gute" wilde Species, oder als Culturpflanze überhaupt „keine Species" war, erfahren wir leider durch Andreas Wagner nicht. Da der Baum des Erkenntniſſes vom Schöpfer mitten in den Paradiesgarten geſetzt wurde, möchte man eher glauben, daß er eine höchſt bevorzugte Culturpflanze, alſo überhaupt keine Species war. Da aber andrerſeits die Früchte vom Baume des Erkenntniſſes dem Menſchen verboten waren, und viele Menſchen, wie Wagner's eigenes Beiſpiel klar zeigt, niemals von dieſen Früchten gegeſſen haben, ſo iſt er offenbar nicht für den Gebrauch des Menſchen erſchaffen und alſo wahrſcheinlich eine wirkliche Species! Wie Schade daß uns Wagner über dieſe wichtige und ſchwierige Frage nicht belehrt hat!

So lächerlich Ihnen nun dieſe Anſicht auch vorkommen mag, ſo iſt dieſelbe doch nur ein folgerichtiger Auswuchs einer falſchen, in der

That aber weit verbreiteten Ansicht von dem besonderen Wesen der Culturorganismen, und Sie können bisweilen von ganz angesehenen Naturforschern ähnliche Einwürfe hören. Gegen diese grundfalsche Auffassung muß ich mich von vornherein ganz bestimmt wenden. Das ist dieselbe Verkehrtheit, wie sie die Aerzte begehen, welche behaupten, die Krankheiten seien künstliche Erzeugnisse, keine Naturerscheinungen. Es hat viele Mühe gekostet, dieses Vorurtheil zu bekämpfen; und erst in neuerer Zeit ist die Ansicht zur allgemeinen Anerkennung gelangt, daß die Krankheiten Nichts sind, als natürliche Veränderungen des Organismus, wirklich natürliche Lebenserscheinungen, die nur hervorgebracht werden durch veränderte, abnorme Existenzbedingungen. Die Krankheit ist also nicht, wie die älteren Aerzte oft sagten, ein Leben außerhalb der Natur (Vita praeter naturam), sondern ein natürliches Leben unter bestimmten, krank machenden, den Körper mit Gefahr bedrohenden Bedingungen. Ganz ebenso sind die Culturerzeugnisse nicht künstliche Producte des Menschen, sondern sie sind Naturproducte, welche unter eigenthümlichen Lebensbedingungen entstanden sind. Der Mensch vermag durch seine Cultur niemals unmittelbar eine neue organische Form zu erzeugen; sondern er kann nur die Organismen unter neuen Lebensbedingungen züchten, welche umbildend auf sie einwirken. Alle Hausthiere und alle Gartenpflanzen stammen ursprünglich von wilden Arten ab, welche erst durch die eigenthümlichen Lebensbedingungen der Cultur umgebildet wurden.

Die eingehende Vergleichung der Culturformen (Rassen und Spielarten) mit den wilden, nicht durch Cultur veränderten Organismen (Arten und Varietäten) ist für die Selectionstheorie von der größten Wichtigkeit. Was Ihnen bei dieser Vergleichung zunächst am Meisten auffällt, das ist die ungewöhnlich kurze Zeit, in welcher der Mensch im Stande ist, eine neue Form hervorzubringen, und der ungewöhnlich hohe Grad, in welchem diese vom Menschen producirte Form von der ursprünglichen Stammform abweichen kann. Während die wilden Thiere und die Pflanzen im wilden Zustande Jahr aus, Jahr ein dem sammelnden Zoologen und Botaniker annähernd in der-

ſelben Form erſcheinen, ſo daß eben hieraus das falſche Dogma der Speciesconſtanz entſtehen konnte, ſo zeigen uns dagegen die Hausthiere und die Gartenpflanzen innerhalb weniger Jahre die größten Veränderungen. Die Vervollkommnung, welche die Züchtungskunſt der Gärtner und der Landwirthe erreicht hat, geſtattet es jetzt in ſehr kurzer Zeit, in wenigen Jahren, eine ganz neue Thier- oder Pflanzenform willkürlich zu ſchaffen. Man braucht zu dieſem Zwecke bloß den Organismus unter dem Einfluſſe der beſonderen Bedingungen zu erhalten und fortzupflanzen, welche neue Bildungen zu erzeugen im Stande ſind; und man kann ſchon nach Verlauf von wenigen Generationen neue Arten erhalten, welche von der Stammform in viel höherem Grade abweichen, als die ſogenannten guten Arten im wilden Zuſtande von einander verſchieden ſind. Dieſe Thatſache iſt äußerſt wichtig und kann nicht genug hervorgehoben werden. Es iſt nicht wahr, wenn behauptet wird, die Culturformen, die von einer und derſelben Form abſtammen, ſeien nicht ſo ſehr von einander verſchieden, wie die wilden Thier- und Pflanzenarten unter ſich. Wenn man nur unbefangen Vergleiche anſtellt, ſo läßt ſich ſehr leicht erkennen, daß eine Menge von Raſſen oder Spielarten, die wir in einer kurzen Reihe von Jahren von einer einzigen Culturform abgeleitet haben, in höherem Grade von einander unterſchieden ſind, als ſogenannte gute Species oder ſelbſt verſchiedene Gattungen (Genera) einer Familie im wilden Zuſtande ſich unterſcheiden.

Um dieſe äußerſt wichtige Thatſache möglichſt feſt empiriſch zu begründen, beſchloß Darwin eine einzelne Gruppe von Hausthieren ſpeciell in dem ganzen Umfang ihrer Formenmannichfaltigkeit zu ſtudiren, und er wählte dazu die Haustauben, welche in mehrfacher Beziehung für dieſen Zweck ganz beſonders geeignet ſind. Er hielt ſich lange Zeit hindurch auf ſeinem Gute alle möglichen Raſſen und Spielarten von Tauben, welche er bekommen konnte, und wurde mit reichlichen Zuſendungen aus allen Weltgegenden unterſtützt. Ferner ließ er ſich in zwei Londoner Taubenklubs aufnehmen, welche die Züchtung der verſchiedenen Taubenformen mit wahrhaft künſtleriſcher

Virtuosität und unermüdlicher Leidenschaft betreiben. Endlich setzte er sich noch mit Einigen der berühmtesten Taubenliebhaber in Verbindung. So stand ihm das reichste empirische Material zur Verfügung.

Die Kunst und Liebhaberei der Taubenzüchtung ist uralt. Schon mehr als 3000 Jahre vor Christus wurde sie von den Aegyptern betrieben. Die Römer der Kaiserzeit gaben ungeheure Summen dafür aus, und führten genaue Stammbaumregister über ihre Abstammung, ebenso wie die Araber über ihre Pferde und die mecklenburgischen Edelleute über ihre eigenen Ahnen sehr sorgfältige genealogische Register führen. Auch in Asien war die Taubenzucht eine uralte Liebhaberei der reichen Fürsten, und zur Hofhaltung des Akber Khan, um das Jahr 1600, gehörten mehr als 20,000 Tauben. So entwickelten sich denn im Laufe mehrerer Jahrtausende, und in Folge der mannichfaltigen Züchtungsmethoden, welche in den verschiedensten Weltgegenden geübt wurden, aus einer einzigen ursprünglich gezähmten Stammform eine ungeheure Menge verschiedenartiger Rassen und Spielarten, welche in ihren extremen Formen ganz außerordentlich von einander verschieden sind, und sich oft durch sehr auffallende Eigenthümlichkeiten auszeichnen.

Eine der auffallendsten Taubenrassen ist die bekannte Pfauentaube, bei der sich der Schwanz ähnlich entwickelt wie beim Pfau, und eine Anzahl von 30—40 radartig gestellten Federn trägt; während die anderen Tauben eine viel geringere Anzahl von Schwanzfedern, fast immer 12, besitzen. Hierbei mag erwähnt werden, daß die Anzahl der Schwanzfedern bei den Vögeln als systematisches Merkmal von den Naturforschern sehr hoch geschätzt wird, so daß man ganze Ordnungen danach unterscheidet. So besitzen z. B. die Singvögel fast ohne Ausnahme 12 Schwanzfedern, die Schrillvögel (Strisores) 10 u. s. w. Besonders ausgezeichnet sind ferner mehrere Taubenrassen durch einen Busch von Nackenfedern, welcher eine Art Perrücke bildet, andere durch abenteuerliche Umbildung des Schnabels und der Füße, durch eigenthümliche, oft sehr auffallende Verzierungen, z. B. Hautlappen, die sich am Kopf entwickeln; durch einen großen Kropf, welcher eine

starke Hervortreibung der Speiseröhre am Hals bildet u. s. w. Merkwürdig sind auch die sonderbaren Gewohnheiten, die viele Tauben sich erworben haben, z. B. die Lachtauben, die Trommeltauben in ihren musikalischen Leistungen, die Brieftauben in ihrem topographischen Instinkt. Die Purzeltauben haben die seltsame Gewohnheit, nachdem sie in großer Schaar in die Luft gestiegen sind, sich zu überschlagen und aus der Luft wie todt herabzufallen. Die Sitten und Gewohnheiten dieser unendlich verschiedenen Taubenrassen, die Form, Größe und Färbung der einzelnen Körpertheile, die Proportionen derselben unter einander, sind in erstaunlich hohem Maaße von einander verschieden, in viel höherem Maaße, als es bei sogenannten guten Arten oder selbst bei ganz verschiedenen Gattungen unter den wilden Tauben der Fall ist. Und, was das Wichtigste ist, es beschränken sich jene Unterschiede nicht bloß auf die Bildung der äußerlichen Form, sondern erstrecken sich selbst auf die wichtigsten innerlichen Theile; es kommen selbst sehr bedeutende Abänderungen des Skelets und der Muskulatur vor. So finden sich z. B. große Verschiedenheiten in der Zahl der Wirbel und Rippen, in der Größe und Form der Lücken im Brustbein, in der Form und Größe des Gabelbeins, des Unterkiefers, der Gesichtsknochen u. s. w. Kurz das knöcherne Skelet, das die Morphologen für einen sehr beständigen Körpertheil halten, welcher niemals in dem Grade, wie die äußeren Theile, variire, zeigt sich so sehr verändert, daß man viele Taubenrassen als besondere Gattungen oder Familien im Vögelsysteme aufführen könnte. Zweifelsohne würde dies geschehen, wenn man alle diese verschiedenen Formen in wildem Naturzustande auffände.

Wie weit die Verschiedenheit der Taubenrassen geht, zeigt am Besten der Umstand, daß alle Taubenzüchter einstimmig der Ansicht sind, jede eigenthümliche oder besonders ausgezeichnete Taubenrasse müsse von einer besonderen wilden Stammart abstammen. Freilich nimmt Jeder eine verschiedene Zahl von Stammarten an. Und dennoch hat Darwin mit überzeugendem Scharfsinn den schwierigen Beweis geführt, daß dieselben ohne Ausnahme sämmtlich von einer

einzigen wilden Stammart, der blauen Felstaube (Columba livia) abſtammen müſſen. In gleicher Weiſe läßt ſich bei den meiſten übrigen Hausthieren und bei den meiſten Culturpflanzen der Beweis führen, daß alle verſchiedenen Raſſen Nachkommen einer einzigen urſprünglichen wilden Art ſind, die vom Menſchen in den Culturzuſtand übergeführt wurde.

Ein ähnliches Beiſpiel, wie die Haustaube, liefert unter den Säugethieren unſer zahmes Kaninchen. Alle Zoologen ohne Ausnahme halten es ſchon ſeit langer Zeit für erwieſen, daß alle Raſſen und Spielarten deſſelben von dem gewöhnlichen wilden Kaninchen, alſo von einer einzigen Stammart abſtammen. Und dennoch ſind die extremſten Formen dieſer Raſſen in einem ſolchen Maaße von einander verſchieden, daß jeder Zoologe, wenn er dieſelben im wilden Zuſtande anträfe, ſie unbedenklich nicht allein für ganz verſchiedene „gute Species", ſondern ſogar für Arten von ganz verſchiedenen Gattungen oder Genera der Leporiden-Familie erklären würde. Nicht nur iſt die Färbung, Haarlänge und ſonſtige Beſchaffenheit des Pelzes bei den verſchiedenen zahmen Kaninchen-Raſſen außerordentlich mannichfaltig und in den extremen Gegenſätzen äußerſt abweichend, ſondern auch, was noch viel wichtiger iſt, die typiſche Form des Skelets und ſeiner einzelnen Theile, beſonders die Form des Schädels und des für die Syſtematik ſo wichtigen Gebiſſes, ferner das relative Längenverhältniß der Ohren, der Beine u. ſ. w. In allen dieſen Beziehungen weichen die Raſſen des zahmen Kaninchens unbeſtritten viel weiter von einander ab, als alle die verſchiedenen Formen von wilden Kaninchen und Haſen, die als anerkannt „gute Species" der Gattung Lepus über die ganze Erde zerſtreut ſind. Und dennoch behaupten Angeſichts dieſer klaren Thatſache die Gegner der Entwickelungstheorie, daß die letzteren, die wilden Arten, nicht von einer gemeinſamen Stammform abſtammen, während ſie dies bei den erſteren, den zahmen Raſſen ohne Weiteres zugeben. Mit Gegnern, welche ſo abſichtlich ihre Augen

vor dem ſonnenklaren Lichte der Wahrheit verſchließen, läßt ſich dann freilich nicht weiter ſtreiten.

Während ſo für die Haustaube, für das zahme Kaninchen, für das Pferd u. ſ. w. trotz der merkwürdigen Verſchiedenheit ihrer Spielarten die Abſtammung von einer einzigen wilden ſogenannten „Species" geſichert erſcheint, ſo iſt es dagegen für einige Hausthiere, namentlich die Hunde, Schweine und Rinder, allerdings wahrſcheinlicher, daß die mannichfaltigen Raſſen derſelben von mehreren wilden Stammarten abzuleiten ſind, welche ſich nachträglich im Culturzuſtande mit einander vermiſcht haben. Indeſſen iſt die Zahl dieſer urſprünglichen wilden Stammarten immer viel geringer, als die Zahl der aus ihrer Vermiſchung und Züchtung hervorgegangenen Culturformen, und natürlich ſtammen auch jene erſteren urſprünglich von einer einzigen gemeinſamen Stammform der ganzen Gattung ab. Auf keinen Fall ſtammt jede beſondere Culturraſſe von einer eigenen wilden Art ab.

Im Gegenſatz hierzu behaupten faſt alle Landwirthe und Gärtner mit der größten Beſtimmtheit, daß jede einzelne, von ihnen gezüchtete Raſſe von einer beſonderen wilden Stammart abſtammen müſſe, weil ſie die Unterſchiede der Raſſen ſcharf erkennen, die Vererbung ihrer Eigenſchaften ſehr hochſchätzen, und nicht bedenken, daß dieſelben erſt durch langſame Häufung kleiner, kaum merklicher Abänderungen entſtanden ſind. Auch in dieſer Beziehung iſt die Vergleichung der Culturraſſen mit den wilden Species äußerſt lehrreich.

Von vielen Seiten, und namentlich von den Gegnern der Entwickelungstheorie, iſt die größte Mühe aufgewendet worden, irgend ein morphologiſches oder phyſiologiſches Merkmal, irgend eine charakteriſtiſche Eigenſchaft aufzufinden, durch welche man die künſtlich gezüchteten, cultivirten „Raſſen" von den natürlich entſtandenen, wilden „Arten" ſcharf und durchgreifend trennen könne. Alle dieſe Verſuche ſind gänzlich fehlgeſchlagen und haben nur mit um ſo größerer Sicherheit zu dem entgegengeſetzten Reſultate geführt, daß eine ſolche Trennung gar nicht möglich iſt. Ich habe dieſes Verhältniß in meiner

Kritik des Species-Begriffes ausführlich erörtert und durch Beiſpiele erläutert. (Gen. Morph. II., 323—364).

Nur eine Seite dieſer Frage mag hier kürzlich noch berührt werden, weil dieſelbe nicht allein von den Gegnern, ſondern ſelbſt von einigen der bedeutendſten Anhänger des Darwinismus, z. B. von Huxley[17]), als eine der ſchwächſten Seiten deſſelben angeſehen worden iſt, nämlich das Verhältniß der Baſtardzeugung oder des Hybridismus. Zwiſchen cultivirten Raſſen und wilden Arten ſollte der Unterſchied beſtehen, daß die erſteren der Erzeugung fruchtbarer Baſtarde fähig ſein ſollten, die letzteren nicht. Je zwei verſchiedene cultivirte Raſſen oder wilde Varietäten einer Species ſollten in allen Fällen die Fähigkeit beſitzen, mit einander Baſtarde zu erzeugen, welche ſich unter einander oder mit einer ihrer Elternformen fruchtbar vermiſchen und fortpflanzen könnten; dagegen ſollten zwei wirklich verſchiedene Species, zwei cultivirte oder wilde Arten einer Gattung, niemals die Fähigkeit beſitzen, mit einander Baſtarde zu zeugen, die unter einander oder mit einer der elterlichen Arten ſich fruchtbar kreuzen könnten.

Was zunächſt die erſte Behauptung betrifft, ſo wird ſie einfach durch die Thatſache widerlegt, daß es Organismen giebt, die ſich mit ihren nachweisbaren Vorfahren überhaupt nicht mehr vermiſchen, alſo auch keine fruchtbare Nachkommenſchaft erzeugen können. So paart ſich z. B. unſer cultivirtes Meerſchweinchen nicht mehr mit ſeinem wilden braſilianiſchen Stammvater. Umgekehrt geht die Hauskatze von Paraguay, welche von unſerer europäiſchen Hauskatze abſtammt, keine eheliche Verbindung mehr mit dieſer ein. Zwiſchen verſchiedenen Raſſen unſerer Haushunde, z. B. zwiſchen den großen Neufundländern und den zwerghaften Schooßhündchen, iſt ſchon aus einfachen mechaniſchen Gründen eine Paarung unmöglich. Ein beſonders intereſſantes Beiſpiel aber bietet das Porto-Santo-Kaninchen dar (Lepus Huxleyi). Auf der kleinen Inſel Porto-Santo bei Madeira wurden im Jahre 1419 einige Kaninchen ausgeſetzt, die an Bord eines Schiffes von einem zahmen ſpaniſchen Kaninchen

geboren worden waren. Diese Thierchen vermehrten sich in kurzer Zeit, da keine Raubthiere dort waren, so massenhaft, daß sie zur Landplage wurden und sogar eine dortige Kolonie zur Aufhebung zwangen. Noch gegenwärtig bewohnen sie die Insel in Menge, haben sich aber im Laufe von 450 Jahren zu einer ganz eigenthümlichen Spielart — oder wenn man will „guten Art" — entwickelt, ausgezeichnet durch eigenthümliche Färbung, rattenähnliche Form, geringe Größe, nächtliche Lebensweise und außerordentliche Wildheit. Das Wichtigste aber ist, daß sich diese neue Art, die ich Lepus Huxleyi nenne, mit dem europäischen Kaninchen, von dem sie abstammt, nicht mehr kreuzt und keine Bastarde mehr damit erzeugt.

Auf der andern Seite kennen wir jetzt zahlreiche Beispiele von fruchtbaren echten Bastarden, d. h. von Mischlingen die aus der Kreuzung von zwei ganz verschiedenen Arten hervorgegangen sind, und trotzdem sowohl unter einander, als auch mit einer ihrer Stammarten sich fortpflanzen. Den Botanikern sind solche „Bastard-Arten" (Species hybridae) längst in Menge bekannt, z. B. aus den Gattungen der Distel (Cirsium), des Goldregen (Cytisus), der Brombeere (Rubus) u. s. w. Aber auch unter den Thieren sind dieselben keineswegs selten, und vielleicht sogar sehr häufig. Man kennt fruchtbare Bastarde, die aus der Kreuzung von zwei verschiedenen Arten einer Gattung entstanden sind, aus mehreren Gattungen der Schmetterlings-Ordnung (Zygaena, Saturnia), der Karpfen-Familie, der Finken, Hühner, Hunde, Katzen u. s. w. Zu den interessantesten gehört das Hasen-Kaninchen (Lepus Darwinii), der Bastard von unsern einheimischen Hasen und Kaninchen, welcher in Frankreich schon seit 1850 zu gastronomischen Zwecken in vielen Generationen gezüchtet worden ist. Ich besitze selbst durch die Güte des Dr. Conrad, welcher diese Züchtungsversuche auf seinem Gute wiederholt hat, solche Bastarde, welche aus reiner Inzucht hervorgegangen sind, d. h. deren beide Eltern selbst Bastarde von einem Hasenvater und einer Kaninchenmutter sind. Der so erzeugte Halbblut-Bastard, welchen ich Darwin zu Ehren benannt habe, scheint

ſich in reiner Inzucht ſo gut, wie jede „echte Species" durch viele Generationen fortzupflanzen. Obwohl im Ganzen mehr ſeiner Kaninchenmutter ähnlich, beſitzt derſelbe doch in der Bildung der Ohren und der Hinterbeine beſtimmte Eigenſchaften ſeines Haſenvaters. Das Fleiſch ſchmeckt vortrefflich, mehr haſenartig, obwohl die Farbe mehr kaninchenartig iſt. Nun ſind aber Haſe (Lepus timidus) und Kaninchen (Lepus cuniculus) zwei ſo verſchiedene Species der Gattung Lepus, daß kein Syſtematiker ſie als Varietäten eines Genus anerkennen wird. Auch haben beide Arten ſo verſchiedene Lebensweiſe und im wilden Zuſtande ſo große Abneigung gegen einander, daß ſie ſich aus freien Stücken nicht vermiſchen. Wenn man jedoch die neugeborenen Jungen beider Arten zuſammen aufzieht, ſo kommt dieſe Abneigung nicht zur Entwickelung; ſie vermiſchen ſich mit einander und erzeugen den Lepus Darwinii.

Ein anderes ausgezeichnetes Beiſpiel von Kreuzung verſchiedener Arten (wobei die beiden Species ſogar verſchiedenen Gattungen angehören!) liefern die fruchtbaren Baſtarde von Schafen und Ziegen, die in Chile ſeit langer Zeit zu induſtriellen Zwecken gezogen werden. Welche unweſentlichen Umſtände bei der geſchlechtlichen Vermiſchung die Fruchtbarkeit der verſchiedenen Arten bedingen, das zeigt der Umſtand, daß Ziegenböcke und Schafe bei ihrer Vermiſchung fruchtbare Baſtarde erzeugen, während Schafbock und Ziege ſich überhaupt ſelten paaren, und dann ohne Erfolg. So ſind alſo die Erſcheinungen des Hybridismus, auf welche man irrthümlicherweiſe ein ganz übertriebenes Gewicht gelegt hat, für den Speciesbegriff von durchaus untergeordneter Bedeutung. Die Baſtardzeugung ſetzt uns eben ſo wenig als irgend eine andere Erſcheinung, in den Stand, die cultivirten Raſſen von den wilden Arten durchgreifend zu unterſcheiden. Dieſer Umſtand iſt aber von der größten Bedeutung für die Selectionstheorie.

Siebenter Vortrag.

Die Züchtungslehre oder Selectionstheorie. (Der Darwinismus.)

Darwinismus (Selectionstheorie) und Lamarckismus (Descendenztheorie). Der Vorgang der künstlichen Züchtung: Auslese (Selection) der verschiedenen Einzelwesen zur Nachzucht. Die wirkenden Ursachen der Umbildung: Abänderung, mit der Ernährung zusammenhängend, und Vererbung, mit der Fortpflanzung zusammenhängend. Mechanische Natur dieser beiden physiologischen Functionen. Der Vorgang der natürlichen Züchtung: Auslese (Selection) durch den Kampf um's Dasein. Malthus' Bevölkerungstheorie. Mißverhältniß zwischen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der wirklichen (actuellen) Individuen jeder Organismenart. Allgemeiner Wettkampf um die Existenz, oder Mitbewerbung um die Erlangung der nothwendigen Lebensbedürfnisse. Umbildende und züchtende Kraft dieses Kampfes um's Dasein. Vergleichung der natürlichen und der künstlichen Züchtung. Zuchtwahl im Menschenleben. Militärische und medicinische Züchtung.

Meine Herren! Wenn heutzutage häufig die gesammte Entwickelungstheorie, mit der wir uns in diesen Vorträgen beschäftigen, als Darwinismus bezeichnet wird, so geschieht dies eigentlich nicht mit Recht. Denn wie Sie aus der geschichtlichen Einleitung der letzten Vorträge gesehen haben werden, ist schon zu Anfang unseres Jahrhunderts die wichtigste Grundlage der Entwickelungstheorie, nämlich die Abstammungslehre oder Descendenztheorie, ganz deutlich ausgesprochen, und insbesondere durch Lamarck in die Naturwissenschaft eingeführt worden. Man könnte daher diesen Theil der Entwickelungs-

theorie, welcher die gemeinsame Abstammung aller Thier- und Pflanzenarten von einfachsten gemeinsamen Stammformen behauptet, seinem verdientesten Begründer zu Ehren mit vollem Rechte Lamarckismus nennen, wenn man einmal an den Namen eines einzelnen hervorragenden Naturforschers das Verdienst knüpfen will, eine solche Grundlehre zuerst durchgeführt zu haben. Dagegen würden wir mit Recht als Darwinismus die Selectionstheorie oder Züchtungslehre zu bezeichnen haben, denjenigen Theil der Entwickelungstheorie, welcher uns zeigt, auf welchem Wege und warum die verschiedenen Organismenarten aus jenen einfachsten Stammformen sich entwickelt haben (Gen. Morph. II, 166).

Allerdings finden wir die erste Spur von einer Idee der natürlichen Züchtung schon vierzig Jahre vor dem Erscheinen von Darwin's Werke. Im Jahre 1818 erschien nämlich eine, bereits 1813 vor der Royal Society gelesene „Nachricht über eine Frau der weißen Rasse, deren Haut zum Theil der eines Negers gleicht." Der Verfasser derselben, Dr. W. C. Wells, führt an, daß Neger und Mulatten sich durch Immunität gegen gewisse Tropenkrankheiten vor der weißen Rasse auszeichnen. Bei dieser Gelegenheit bemerkt er, daß alle Thiere bis zu einem gewissen Grade abzuändern streben, daß die Landwirthe durch Benutzung dieser Eigenschaft und durch Zuchtwahl ihre Hausthiere veredeln, und fährt dann fort: „Was aber im letzten Falle durch Kunst geschieht, scheint mit gleicher Wirksamkeit, wenn auch langsamer, bei der Bildung der Menschenrassen, die für die von ihnen bewohnten Gegenden eingerichtet sind, durch die Natur zu geschehen. Unter den zufälligen Varietäten von Menschen, die unter den wenigen und zerstreuten Einwohnern der mittleren Gegenden von Africa auftreten, werden einige besser als andere die Krankheiten des Landes überstehen. In Folge davon wird sich diese Rasse vermehren, während die Anderen abnehmen, und zwar nicht bloß weil sie unfähig sind, die Erkrankungen zu überstehen, sondern weil sie nicht im Stande sind, mit ihren kräftigeren Nachbarn zu concurriren. Ich nehme als ausgemacht an, daß die Farbe dieser

kräftigeren Raſſe dunkel ſein wird. Da aber die Neigung Varietäten zu bilden noch beſteht, ſo wird ſich eine immer dunklere Raſſe im Laufe der Zeit ausbilden; und da die dunkelſte am beſten für das Klima paßt, ſo wird dieſe zuletzt in ihrer Heimath, wenn nicht die einzige, doch die herrſchende werden."

Obwohl in dieſem Aufſatze von Wells das Princip der natürlichen Züchtung deutlich ausgeſprochen und anerkannt iſt, ſo wird es doch bloß in ſehr beſchränkter Ausdehnung auf die Entſtehung der Menſchenraſſen angewendet und nicht weiter für den Urſprung der Thier- und Pflanzen-Arten verwerthet. Das hohe Verdienſt Darwins, die Selectionstheorie ſelbſtſtändig ausgebildet und zur vollen und verdienten Geltung gebracht zu haben, wird durch jene frühere, verborgen gebliebene Bemerkung von Wells ebenſo wenig geſchmälert, als durch einige fragmentariſche Bemerkungen über natürliche Züchtung von Patrick Matthew, die in einem 1831 erſchienenen Buche über „Schiffsbauholz und Baumcultur" verſteckt ſind. Selbſt der geiſtvolle Reiſende Alfred Wallace, der unabhängig von Darwin die Selectionstheorie ausgebildet und 1858 gleichzeitig mit Darwins erſter Mittheilung veröffentlicht hatte, wird doch hinter ſeinem größeren und älteren Landsmanne zurückſtehen müſſen, der durch ſeine höchſt umfaſſende und geniale Ausbildung der ganzen Lehre ſich gerechten Anſpruch erworben hat, die Theorie mit ſeinem Namen verbunden zu ſehen.

Dieſe Züchtungslehre oder Selectionstheorie, der Darwinismus im eigentlichen Sinne, zu deſſen Betrachtung wir uns jetzt wenden, beruht weſentlich (wie es bereits in dem letzten Vortrage angedeutet wurde) auf der Vergleichung derjenigen Thätigkeit, welche der Menſch bei der Züchtung der Hausthiere und Gartenpflanzen ausübt, mit denjenigen Vorgängen, welche in der freien Natur, außerhalb des Kulturzuſtandes, zur Entſtehung neuer Arten und neuer Gattungen führen. Wir müſſen uns, um dieſe letzten Vorgänge zu verſtehen, alſo zunächſt zur künſtlichen Züchtung des Menſchen wenden, wie es auch von Darwin ſelbſt geſchehen iſt. Wir müſſen unterſuchen,

Google

welche Erfolge der Mensch durch seine künstliche Züchtung erzielt, und welche Mittel er anwendet, um diese Erfolge hervorzubringen; und dann müssen wir uns fragen: „Giebt es in der Natur ähnliche Kräfte, ähnliche wirkende Ursachen, wie sie der Mensch hier anwendet?"

Was nun zunächst die künstliche Züchtung betrifft, so gehen wir von der Thatsache aus, die zuletzt erörtert wurde, daß deren Producte in nicht seltenen Fällen viel mehr von einander verschieden sind, als die Erzeugnisse der natürlichen Züchtung. In der That weichen die Rassen oder Spielarten oft in viel höherem Grade und in viel wichtigeren Eigenschaften von einander ab, als es viele sogenannte „gute Arten" oder Species, ja bisweilen sogar mehr, als es sogenannte „gute Gattungen" im Naturzustande thun. Vergleichen Sie z. B. die verschiedenen Aepfelsorten, welche die Gartenkunst von einer und derselben ursprünglichen Apfelform gezogen hat, oder vergleichen Sie die verschiedenen Pferderassen, welche die Thierzüchter aus einer und derselben ursprünglichen Form des Pferdes abgeleitet haben, so finden Sie leicht, daß die Unterschiede der am meisten verschiedenen Formen ganz außerordentlich bedeutend sind, viel bedeutender, als die sogenannten „specifischen Unterschiede", welche von den Zoologen und Botanikern bei Vergleichung der wilden Arten angewandt werden, um darauf hin verschiedene sogenannte „gute Arten" zu unterscheiden.

Wodurch bringt nun der Mensch diese außerordentliche Verschiedenheit oder Divergenz mehrerer Formen hervor, die erwiesenermaßen von einer und derselben Stammform abstammen? Lassen Sie uns zur Beantwortung dieser Frage einen Gärtner verfolgen, der bemüht ist, eine neue Pflanzenform zu züchten, die sich durch eine schöne Blumenfarbe auszeichnet. Derselbe wird zunächst unter einer großen Anzahl von Pflanzen, welche Sämlinge einer und derselben Pflanze sind, eine Auswahl oder Selection treffen. Er wird diejenigen Pflanzen heraussuchen, welche die ihm erwünschte Blüthenfarbe am meisten ausgeprägt zeigen. Gerade die Blüthenfarbe ist ein sehr veränderlicher Gegenstand. Zum Beispiel zeigen Pflanzen,

welche in der Regel eine weiße Blüthe besitzen, sehr häufig Abweichungen in's Blaue oder Rothe hinein. Gesetzt nun, der Gärtner wünscht eine solche, gewöhnlich weiß blühende Pflanze in rother Farbe zu erhalten, so würde er sehr sorgfältig unter den mancherlei verschiedenen Individuen, die Abkömmlinge einer und derselben Samenpflanze sind, diejenigen heraussuchen, die am deutlichsten einen rothen Anflug zeigen, und diese ausschließlich aussäen, um neue Individuen derselben Art zu erzielen. Er würde die übrigen Samenpflanzen, die weiße oder weniger deutlich rothe Farbe zeigen, ausfallen lassen und nicht weiter cultiviren. Ausschließlich die einzelnen Pflanzen, deren Blüthe das stärkste Roth zeigen, würde er fortpflanzen und die Samen, welche diese auserlesenen Pflanzen bringen, würde er wieder aussäen. Von den Samenpflanzen dieser zweiten Generation würde er wiederum diejenigen sorgfältig herauslesen, die das Rothe, das nun der größte Theil der Samenpflanzen zeigen würde, am deutlichsten ausgeprägt haben. Wenn eine solche Auslese durch eine Reihe von sechs oder zehn Generationen hindurch geschieht, wenn immer mit großer Sorgfalt diejenige Blüthe ausgesucht wird, die das tiefste Roth zeigt, so wird der Gärtner in der sechsten oder zehnten Generation eine Pflanze mit rein rother Farbe bekommen, wie sie ihm erwünscht war.

Ebenso verfährt der Landwirth, welcher eine besondere Thierrasse züchten will, also z. B. eine Schafsorte, welche sich durch besonders feine Wolle auszeichnet. Das einzige Verfahren, welches bei der Vervollkommnung der Wolle angewandt wird, besteht darin, daß der Landwirth mit der größten Sorgfalt und Ausdauer unter der ganzen Schafherde diejenigen Individuen aussucht, die die feinste Wolle haben. Diese allein werden zur Nachzucht verwandt, und unter der Nachkommenschaft dieser Auserwählten werden abermals diejenigen herausgesucht, die sich durch die feinste Wolle auszeichnen u. s. f. Wenn diese sorgfältige Auslese eine Reihe von Generationen hindurch fortgesetzt wird, so zeichnen sich zuletzt die auserlesenen Zuchtschafe durch eine Wolle aus, welche sehr auffallend,

Digitized by Google

und zwar nach dem Wunsche und zu Gunsten des Züchters, von der Wolle des ursprünglichen Stammvaters verschieden ist.

Die Unterschiede der einzelnen Individuen, auf die es bei dieser künstlichen Auslese ankommt, sind sehr klein. Ein gewöhnlicher ungeübter Mensch ist nicht im Stande, die ungemein feinen Unterschiede der Einzelwesen zu erkennen, welche ein geübter Züchter auf den ersten Blick wahrnimmt. Das Geschäft des Züchters ist keine leichte Kunst; dasselbe erfordert einen außerordentlich scharfen Blick, eine große Geduld, eine äußerst sorgsame Behandlungsweise der zu züchtenden Organismen. Bei jeder einzelnen Generation fallen die Unterschiede der Individuen dem Laien vielleicht gar nicht in das Auge; aber durch die Häufung dieser feinen Unterschiede während einer Reihe von Generationen wird die Abweichung von der Stammform zuletzt sehr bedeutend. Sie wird so auffallend, daß endlich die künstlich erzeugte Form von der ursprünglichen Stammform in weit höherem Grade abweichen kann, als zwei genannte gute Arten im Naturzustande thun. Die Züchtungskunst ist jetzt so weit gediehen, daß der Mensch oft willkürlich bestimmte Eigenthümlichkeiten bei den cultivirten Arten der Thiere und Pflanzen erzeugen kann. Man kann an die geübtesten Gärtner und Landwirthe bestimmte Aufträge geben, und z. B. sagen: Ich wünsche diese Pflanzenart in der und der Farbe mit der und der Zeichnung zu haben. Wo die Züchtung so vervollkommnet ist, wie in England, sind die Gärtner und Landwirthe häufig im Stande, innerhalb einer bestimmten Zeitdauer, nach Verlauf einer Anzahl von Generationen, das verlangte Resultat auf Bestellung zu liefern. Einer der erfahrensten englischen Züchter, Sir John Sebright, konnte sagen „er wolle eine ihm aufgegebene Feder in drei Jahren hervorbringen, er bedürfe aber sechs Jahre, um eine gewünschte Form des Kopfes und Schnabels zu erlangen". Bei der Zucht der Merinoschafe in Sachsen werden die Thiere dreimal wiederholt neben einander auf Tische gelegt und auf das Sorgfältigste vergleichend studirt. Jedesmal werden nur die besten Schafe, mit der feinsten Wolle, ausgelesen, so daß zuletzt von

einer großen Menge nur einzelne wenige, aber ganz auserleſen feine Thiere übrig bleiben. Nur dieſe letzten werden zur Nachzucht verwandt. Es ſind alſo, wie Sie ſehen, ungemein einfache Urſachen, mittelſt welcher die künſtliche Züchtung zuletzt große Wirkungen hervorbringt, und dieſe großen Wirkungen werden nur erzielt durch Summirung der einzelnen an ſich ſehr unbedeutenden Unterſchiede, die durch fortwährend wiederholte Ausleſe oder Selection vergrößert werden.

Ehe wir nun zur Vergleichung dieſer künſtlichen Züchtung mit der natürlichen übergehen, wollen wir uns klar machen, welche natürlichen Eigenſchaften der Organismen der künſtliche Züchter oder Cultivateur benutzt. Man kann alle verſchiedenen Eigenſchaften, die hierbei in das Spiel kommen, ſchließlich zurückführen auf zwei phyſiologiſche Grundeigenſchaften des Organismus, die ſämmtlichen Thieren und Pflanzen gemeinſchaftlich ſind, und die mit den beiden Thätigkeiten der Fortpflanzung und Ernährung auf das Innigſte zuſammenhängen. Dieſe beiden Grundeigenſchaften ſind die Erblichkeit oder die Fähigkeit der Vererbung und die Veränderlichkeit oder die Fähigkeit der Anpaſſung. Der Züchter geht aus von der Thatſache, daß alle Individuen einer und derſelben Art verſchieden ſind, wenn auch in ſehr geringem Grade, eine Thatſache, die ſowohl von den Organismen im wilden wie im Culturzuſtande gilt. Wenn Sie ſich in einem Walde umſehen, der nur aus einer einzigen Baumart, z. B. Buche, beſteht, werden Sie ganz gewiß im ganzen Walde nicht zwei Bäume dieſer Art finden, die abſolut gleich ſind, die in der Form der Veräſtelung, in der Zahl der Zweige und Blätter ſich vollkommen gleichen. Es finden ſich individuelle Unterſchiede überall, gerade ſo wie bei dem Menſchen. Es giebt nicht zwei Menſchen, welche abſolut identiſch ſind, vollkommen gleich in Größe, Geſichtsbildung, Zahl der Haare, Temperament, Charakter u. ſ. w. Ganz daſſelbe gilt aber auch von den Einzelweſen aller verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten. Bei den meiſten Organismen erſcheinen allerdings die Unterſchiede für den Laien ſehr geringfügig. Es kommt

aber hierbei wesentlich an auf die Uebung in der Erkenntniß dieser oft sehr feinen Formcharaktere. Ein Schafhirt z. B. kennt in seiner Herde jedes einzelne Individuum bloß durch genaue Beobachtung der Eigenschaften, während ein Laie oft nicht im Stande ist, die verschiedenen Individuen einer und derselben Herde zu unterscheiden. Die Thatsache der individuellen Verschiedenheit ist die äußerst wichtige Grundlage, auf welche sich das ganze Züchtungsvermögen des Menschen gründet. Wenn nicht jene individuellen Unterschiede wären, so könnte er nicht aus einer und derselben Stammform eine Masse verschiedener Spielarten oder Rassen erziehen. Wir müssen von vornherein den Grundsatz festhalten, daß diese Erscheinung ganz allgemein ist. Wir müssen nothwendig dieselbe auch da voraussetzen, wo wir mit unseren groben sinnlichen Hülfsmitteln nicht im Stande sind, die Unterschiede zu erkennen. Wir können bei den höheren Pflanzen, bei den Phanerogamen oder Blüthenpflanzen, wo die einzelnen individuellen Stöcke so zahlreiche Unterschiede in der Zahl der Aeste und Blätter zeigen, fast immer diese Unterschiede leicht wahrnehmen. Aber bei den meisten Thieren ist dies nicht der Fall, namentlich bei den niederen Thieren. Es liegt jedoch kein Grund vor, bloß denjenigen Organismen eine individuelle Verschiedenheit zuzuschreiben, bei denen wir sie sogleich erkennen können. Vielmehr können wir dieselbe mit voller Sicherheit als allgemeine Eigenschaft aller Organismen annehmen, und wir können dies um so mehr, da wir im Stande sind, die Veränderlichkeit der Individuen zurückzuführen auf die mechanischen Verhältnisse der Ernährung. Wir können zeigen, daß wir durch Beeinflussung der Ernährung im Stande sind, auffallende individuelle Unterschiede da hervorzubringen, wo sie unter nicht veränderten Ernährungsverhältnissen nicht wahrzunehmen sein würden. Die vielen verwickelten Bedingungen der Ernährung sind aber niemals bei zwei Individuen einer Art absolut gleich.

Ebenso nun, wie wir die Veränderlichkeit oder die Anpassungsfähigkeit in ursächlichem Zusammenhang mit den allgemeinen Ernährungsverhältnissen der Thiere und Pflanzen sehen, so finden wir die

zweite fundamentale Lebenserscheinung, mit der wir es hier zu thun haben, nämlich die Vererbungsfähigkeit oder Erblichkeit, in unmittelbarem Zusammenhang mit den Erscheinungen der Fortpflanzung. Das zweite, was der Landwirth und der Gärtner bei der künstlichen Züchtung thut, nachdem er ausgesucht, also die Veränderlichkeit angewandt hat, ist, daß er die veränderten Formen festzuhalten und auszubilden sucht durch die Vererbung. Er geht aus von der allgemeinen Thatsache, daß die Kinder ihren Eltern ähnlich sind: „Der Apfel fällt nicht weit vom Stamm." Diese Erscheinung der Erblichkeit ist bisher in sehr geringem Maaße wissenschaftlich untersucht worden, was zum Theil daran liegen mag, daß die Erscheinung eine zu alltägliche ist. Jedermann findet es ganz natürlich, daß eine jede Art ihres Gleichen erzeugt, daß nicht plötzlich ein Pferd eine Gans oder eine Gans einen Frosch erzeugt. Man ist gewöhnt, diese alltäglichen Vorgänge der Erblichkeit als selbstverständlich anzusehen. Nun ist aber diese Erscheinung nicht so selbstverständlich einfach, wie sie auf den ersten Blick erscheint und namentlich wird sehr häufig bei der Betrachtung der Erblichkeit übersehen, daß die verschiedenen Nachkommen, die von einem und demselben Elternpaar herstammen, in der That niemals einander ganz gleich, auch niemals absolut gleich den Eltern, sondern immer ein wenig verschieden sind. Wir können den Grundsatz der Erblichkeit nicht dahin formuliren: „Gleiches erzeugt Gleiches", sondern wir müssen ihn vielmehr bedingter dahin aussprechen: „Aehnliches erzeugt Aehnliches." Der Gärtner wie der Landwirth benutzt in dieser Beziehung die Thatsache der Vererbung im weitesten Umpfang, und zwar mit besonderer Rücksicht darauf, daß nicht allein diejenigen Eigenschaften von den Organismen vererbt werden, die sie bereits von den Eltern ererbt haben, sondern auch diejenigen, die sie selbst erworben haben. Das ist ein wichtiger Punkt, auf den sehr viel ankommt. Der Organismus vermag nicht allein auf seine Nachkommen diejenigen Eigenschaften, diejenige Gestalt, Farbe, Größe zu übertragen, die er selbst von seinen Eltern ererbt hat; er vermag auch Abänderungen dieser Eigenschaften zu vererben, die er erst wäh-

Digitized by Google

rend seines Lebens durch Einfluß äußerer Umstände, des Klimas, der Nahrung, der Erziehung u. s. w. erworben hat.

Das sind die beiden Grundeigenschaften der Thiere und Pflanzen, welche die Züchter benutzen, um neue Formen zu erzeugen. So außerordentlich einfach das Prinzip der Züchtung ist, so schwierig und ungeheuer verwickelt ist im Einzelnen die practische Verwerthung dieses einfachen Princips. Der denkende, planmäßig arbeitende Züchter muß die Kunst verstehen, die allgemeine Wechselwirkung zwischen den beiden Grundeigenschaften der Erblichkeit und der Veränderlichkeit richtig in jedem einzelnen Falle zu verwerthen.

Wenn wir nun die eigentliche Natur jener beiden wichtigen Lebenseigenschaften untersuchen, so finden wir, daß wir sie, gleich allen physiologischen Functionen, zurückführen können auf physikalische und chemische Ursachen, auf Eigenschaften und Bewegungserscheinungen der Materien, aus denen der Körper der Thiere und Pflanzen besteht. Wie wir später bei einer genaueren Betrachtung dieser beiden Functionen zu begründen haben werden, ist ganz allgemein ausgedrückt die Vererbung wesentlich bedingt durch die materielle Continuität, durch die theilweise stoffliche Gleichheit des erzeugenden und des gezeugten Organismus, des Kindes und der Eltern. Bei jedem Zeugungsakte wird eine gewisse Menge von Plasma oder eiweißartiger Materie von den Eltern auf das Kind übertragen, und mit diesem Plasma wird zugleich die demselben individuell eigenthümliche Molekular-Bewegung übertragen. Diese molekularen Bewegungserscheinungen des Plasma, welche die Lebenserscheinungen hervorrufen, sind aber bei allen lebenden Individuen mehr oder weniger verschieden.

Andererseits ist die Anpassung oder Abänderung lediglich die Folge der materiellen Einwirkungen, welche die Materie des Organismus durch die denselben umgebende Materie erfährt, in der weitesten Bedeutung des Worts durch die Lebensbedingungen. Die äußeren Einwirkungen der letzteren werden vermittelt durch die molekularen Ernährungsvorgänge in den einzelnen Körpertheilen. Die angeborene, ererbte Lebensbewegung des Plasma, die molekularen Bewe-

gungserſcheinungen der kleinſten eiweißartigen Körpertheilchen werden dadurch mehr oder weniger modificirt. Die Erſcheinung der Anpaſſung oder Abänderung beruht alſo auf der materiellen Wechſelwirkung des Organismus und ſeiner Umgebung oder ſeiner Exiſtenzbedingungen, während die Vererbung in der theilweiſen Identität des zeugenden und des erzeugten Organismus begründet iſt. Das ſind alſo die eigentlichen, einfachen, mechaniſchen Grundlagen des künſtlichen Züchtungsproceſſes.

Darwin frug ſich nun: Kommt ein ähnlicher Züchtungsproceß in der Natur vor, und giebt es in der Natur Kräfte, welche die Thätigkeit des Menſchen bei der künſtlichen Züchtung erſetzen können? Giebt es ein natürliches Verhältniß unter den wilden Thieren und Pflanzen, welches züchtend wirken kann, welches ausleſend wirkt in ähnlicher Weiſe, wie bei der künſtlichen Zuchtwahl oder Züchtung der planmäßige Wille des Menſchen eine Auswahl übt? Auf die Entdeckung eines ſolchen Verhältniſſes kam hier alles an und ſie gelang Darwin in ſo befriedigender Weiſe, daß wir eben deshalb ſeine Züchtungslehre oder Selectionstheorie als vollkommen ausreichend betrachten, um die Entſtehung der wilden Thier- und Pflanzenarten mechaniſch zu erklären. Dasjenige Verhältniß, welches im freien Naturzuſtande züchtend und umbildend auf die Formen der Thiere und Pflanzen einwirkt, bezeichnet Darwin mit dem Ausdruck: „Kampf um's Daſein" (Struggle for life).

Die Bezeichnung „Kampf um's Daſein" iſt vielleicht in mancher Beziehung nicht ganz glücklich gewählt, und würde wohl ſchärfer gefaßt werden können als „Mitbewerbung um die nothwendigen Exiſtenzbedürfniſſe". Man hat nämlich unter dem „Kampfe um das Daſein" manche Verhältniſſe begriffen, die eigentlich im ſtrengen Sinne nicht hierher gehören. Zu der Idee des „Struggle for life" gelangte Darwin, wie aus dem im letzten Vortrage mitgetheilten Briefe erſichtlich iſt, durch das Studium des Buches von Malthus „über die Bedingung und die Folgen der Volksvermehrung." In dieſem wichtigen Werke wurde der Beweis geführt, daß die Zahl

der Menſchen im Ganzen durchſchnittlich in geometriſcher Progreſſion wächſt, während die Menge ihrer Nahrungsmittel nur in arithmetiſcher Progreſſion zunimmt. Aus dieſem Mißverhältniſſe entſpringen eine Maſſe von Uebelſtänden in der menſchlichen Geſellſchaft, welche einen beſtändigen Wettkampf der Menſchen um die Erlangung der nothwendigen, aber nicht für Alle ausreichenden Unterhaltsmittel veranlaſſen.

Darwin's Theorie vom Kampfe um das Daſein iſt gewiſſermaßen eine allgemeine Anwendung der Bevölkerungstheorie von Malthus auf die Geſammtheit der organiſchen Natur. Sie geht von der Erwägung aus, daß die Zahl der möglichen organiſchen Individuen, welche aus den erzeugten Keimen hervorgehen könnten, viel größer iſt, als die Zahl der wirklichen Individuen, welche thatſächlich gleichzeitig auf der Erdoberfläche leben. Die Zahl der möglichen oder potentiellen Individuen wird uns gegeben durch die Zahl der Eier und der ungeſchlechtlichen Keime, welche die Organismen erzeugen. Die Zahl dieſer Keime, aus deren jedem unter günſtigen Verhältniſſen ein Individuum entſtehen könnte, iſt ſehr viel größer, als die Zahl der wirklichen oder actuellen Individuen, d. h. derjenigen, welche wirklich aus dieſen Keimen entſtehen, zum Leben gelangen und ſich fortpflanzen. Die bei weitem größte Zahl aller Keime geht in der früheſten Lebenszeit zu Grunde, und es ſind immer nur einzelne bevorzugte Organismen, welche ſich ausbilden können, welche namentlich die erſte Jugendzeit glücklich überſtehen und ſchließlich zur Fortpflanzung gelangen. Dieſe wichtige Thatſache wird einfach bewieſen durch die Vergleichung der Eierzahl bei den einzelnen Arten mit der Zahl der Individuen, die von dieſen Arten leben. Dieſe Zahlenverhältniſſe zeigen die auffallendſten Widerſprüche. Es giebt z. B. Hühnerarten, welche ſehr zahlreiche Eier legen, und die dennoch zu den ſeltenſten Vögeln gehören; und derjenige Vogel, der der gemeinſte von allen ſein ſoll, der Eisſturmvogel (Procellaria glacialis), legt nur ein einziges Ei. Ebenſo iſt das Verhältniß bei anderen Thieren. Es giebt viele, ſehr ſeltene, wirbelloſe Thiere, welche eine

ungeheure Masse von Eiern legen; und wieder andere, die nur sehr wenige Eier produciren und doch zu den gemeinsten Thieren gehören. Denken Sie z. B. an das Verhältniß, welches sich bei den menschlichen Bandwürmern findet. Jeder Bandwurm erzeugt binnen kurzer Zeit Millionen von Eiern, während der Mensch, der den Bandwurm beherbergt, eine viel geringere Zahl Eier in sich bildet; und dennoch ist glücklicher Weise die Zahl der Bandwürmer viel geringer, als die der Menschen. Ebenso sind unter den Pflanzen viele prachtvolle Orchideen, die Tausende von Samen erzeugen, sehr selten, und einige asterähnliche Pflanzen (Compositen), die nur wenige Samen bilden, äußerst gemein.

Diese wichtige Thatsache ließe sich noch durch eine ungeheure Masse anderer Beispiele erläutern. Es bedingt also offenbar nicht die Zahl der wirklich vorhandenen Keime die Zahl der später in's Leben tretenden und sich am Leben erhaltenden Individuen, sondern es ist vielmehr die Zahl dieser letzteren durch ganz andere Verhältnisse bedingt, zumal durch die Wechselbeziehungen, in denen sich der Organismus zu seiner organischen, wie anorganischen Umgebung befindet. Jeder Organismus kämpft von Anbeginn seiner Existenz an mit einer Anzahl von feindlichen Einflüssen, er kämpft mit Thieren, welche von diesem Organismus leben, denen er als natürliche Nahrung dient, mit Raubthieren und mit Schmarotzerthieren; er kämpft mit anorganischen Einflüssen der verschiedensten Art, mit Temperatur, Witterung und anderen Umständen, er kämpft aber (und das ist viel wichtiger!), vor allem mit den ihm ähnlichsten, gleichartigen Organismen. Jedes Individuum einer jeden Thier- oder Pflanzenart ist im heftigsten Wettstreit mit den andern Individuen derselben Art begriffen, die mit ihm an demselben Orte leben. Die Mittel zum Lebensunterhalt sind in der Oekonomie der Natur nirgends in Fülle ausgestreut, vielmehr im Ganzen sehr beschränkt, und nicht entfernt für die Masse von Individuen ausreichend, die sich aus den Keimen entwickeln könnte. Daher müssen bei den meisten Thier- und Pflanzenarten die jugendlichen Individuen es sich sehr sauer werden lassen, um zu den nöthigen Mit-

teln des Lebensunterhaltes zu gelangen; und es findet alſo nothwendiger Weiſe ein Wettkampf zwiſchen denſelben um die Erlangung dieſer unentbehrlichen Exiſtenzbedingungen ſtatt.

Dieſer große Wettkampf um die Lebensbedürfniſſe findet überall und jederzeit ſtatt, ebenſo bei den Menſchen und Thieren, wie bei den Pflanzen, bei welchen auf den erſten Blick dies Verhältniß nicht ſo klar am Tage zu liegen ſcheint. Wenn Sie ein Feld betrachten, welches ſehr reichlich mit Weizen beſäet iſt, ſo kann von den zahlreichen jungen Weizenpflanzen (vielleicht von einigen Tauſenden), die auf einem ganz beſchränkten Raume emporkeimen, nur ein ganz kleiner Bruchtheil ſich am Leben erhalten. Es findet da ein Wettkampf ſtatt um den Bodenraum, den jede Pflanze braucht, um ihre Wurzel zu befeſtigen, ein Wettkampf um Sonnenlicht und Feuchtigkeit. Und ebenſo finden Sie bei jeder Thierart, daß alle Individuen einer und derſelben Art mit einander ſtreiten um die Erlangung der unentbehrlichen Lebensmittel, der Exiſtenzbedingungen im weiteren Sinne des Worts. Allen ſind ſie gleich unentbehrlich; aber nur wenigen werden ſie wirklich zu Theil. Alle ſind berufen; aber wenige ſind auserwählt! Die Thatſache des großen Wettkampfes iſt ganz allgemein. Sie brauchen bloß Ihren Blick auf die menſchliche Geſellſchaft zu lenken, in der ja überall, in allen verſchiedenen Fächern der menſchlichen Thätigkeit dieſer Wettkampf ebenfalls exiſtirt, und in welcher auch die freie Concurrenz der verſchiedenen Arbeiter einer und derſelben Klaſſe weſentlich die Verhältniſſe des Wettkampfes regelt. Hier wie überall ſchlägt dieſer Wettkampf zum Vortheil der Sache aus, zum Vortheil der Arbeit, welche Gegenſtand der Concurrenz iſt. Je größer und allgemeiner der Wettkampf oder die Concurrenz, deſto ſchneller häufen ſich die Verbeſſerungen und Erfindungen auf dieſem Arbeitsgebiete, deſto mehr vervollkommnen ſich die Arbeiter.

Nun iſt offenbar die Stellung der verſchiedenen Individuen in dieſem Kampfe um das Daſein ganz ungleich. Ausgehend wieder von der thatſächlichen Ungleichheit der Individuen, müſſen wir überall nothwendig annehmen, daß nicht alle Individuen einer und derſelben

Art gleich günſtige Ausſichten haben. Schon von vornherein ſind dieſelben durch ihre verſchiedenen Kräfte und Fähigkeiten verſchieden im Wettkampfe geſtellt, abgeſehen davon, daß die Exiſtenzbedingungen an jedem Punkt der Erdoberfläche verſchieden ſind und verſchieden einwirken. Offenbar waltet hier ein unendlich verwickeltes Getriebe von Einwirkungen, die im Vereine mit der urſprünglichen Ungleichheit der Individuen während des beſtehenden Wettkampfes um die Erlangung der Exiſtenzbedingungen einzelne Individuen bevorzugen, andere benachtheiligen. Die bevorzugten Individuen werden über die andern den Sieg erlangen, und während die letzteren in mehr oder weniger früher Zeit zu Grunde gehen, ohne Nachkommen zu hinterlaſſen, werden die erſteren allein jene überleben können und ſchließlich zur Fortpflanzung gelangen. Indem alſo ausſchließlich oder doch vorwiegend die im Kampfe um das Daſein begünſtigten Einzelweſen zur Fortpflanzung gelangen, werden wir (ſchon allein in Folge dieſes Verhältniſſes) in der nächſten Generation, die von dieſer erzeugt wird, Unterſchiede von der vorhergehenden wahrnehmen. Es werden ſchon die Individuen dieſer zweiten Generation, wenn auch nicht alle, doch zum Theile, durch Vererbung den individuellen Vortheil überkommen haben, durch welchen ihre Eltern über deren Nebenbuhler den Sieg davon trugen.

Nun wird aber — und das iſt ein ſehr wichtiges Vererbungsgeſetz — wenn eine Reihe von Generationen hindurch eine ſolche Uebertragung eines günſtigen Characters ſtattfindet, derſelbe nicht einfach in der urſprünglichen Weiſe übertragen, ſondern er wird fortwährend gehäuft und geſtärkt, und er gelangt ſchließlich in einer letzten Generation zu einer Stärke, welche dieſe Generation ſchon ſehr weſentlich von der urſprünglichen Stammform unterſcheidet. Laſſen Sie uns zum Beiſpiel eine Anzahl von Pflanzen einer und derſelben Art betrachten, die an einem ſehr trocknen Standort zuſammenwachſen. Da die Haare der Blätter für die Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Luft ſehr nützlich ſind, und da die Behaarung der Blätter ſehr veränderlich iſt, ſo werden an dieſem ungünſtigen Standorte, wo die Pflan-

zen direct mit dem Mangel an Waſſer kämpfen und dann noch einen Wettkampf unter einander um die Erlangung des Waſſers beſtehen, die Individuen mit den dichteſt behaarten Blättern bevorzugt ſein. Dieſe werden allein aushalten, während die andern, mit kahleren Blättern, zu Grunde gehen; die behaarteren werden ſich fortpflanzen und die Abkömmlinge derſelben werden ſich durchſchnittlich durch dichte und ſtarke Behaarung mehr auszeichnen, als es bei den Individuen der erſten Generation der Fall war. Geht dieſer Prozeß an einem und demſelben Orte mehrere Generationen fort, ſo entſteht ſchließlich eine ſolche Häufung des Charakters, eine ſolche Vermehrung der Haare auf der Blattoberfläche, daß eine ganz neue Art vorzuliegen ſcheint. Dabei iſt zu berückſichtigen, daß in Folge der Wechſelbeziehungen aller Theile jedes Organismus zu einander in der Regel nicht ein einzelner Theil ſich verändern kann, ohne zugleich Aenderungen in andern Theilen nach ſich zu ziehen. Wenn alſo im letzten Beiſpiel die Zahl der Haare auf den Blättern bedeutend zunimmt, ſo wird dadurch wahrſcheinlich Nahrungsmaterial andern Theilen entzogen; das Material, welches zur Blüthenbildung oder vielleicht Samenbildung verwendet werden könnte, wird verringert, und es wird dann alſo die geringere Größe der Blüthe oder des Samens die mittelbare oder indirecte Folge des Kampfes um's Daſein werden, welcher zunächſt nur eine Veränderung der Blätter bewirkte. Der Kampf um das Daſein wirkt alſo in dieſem Falle züchtend und umbildend. Das Ringen der verſchiedenen Individuen um die Erlangung der nothwendigen Exiſtenzbedingungen, oder im weiteſten Sinne gefaßt, die Wechſelbeziehungen der Organismen zu ihrer geſammten Umgebung, bewirken Formveränderungen, wie ſie im Culturzuſtande durch die Thätigkeit des züchtenden Menſchen hervorgebracht werden.

Auf den erſten Blick wird Ihnen dieſer Gedanke vielleicht ſehr unbedeutend und kleinlich erſcheinen, und Sie werden nicht geneigt ſein, der Thätigkeit jenes Verhältniſſes ein ſolches Gewicht einzuräumen, wie daſſelbe in der That beſitzt. Ich muß mir daher vorbehalten, in einem ſpäteren Vortrage an weiteren Beiſpielen das ungeheuer

weit reichende Umgeſtaltungsvermögen der natürlichen Züchtung Ihnen vor Augen zu führen. Vorläufig beſchränke ich mich darauf, Ihnen nochmals die beiden Vorgänge der künſtlichen und natürlichen Züchtung neben einander zu ſtellen und Uebereinſtimmung und Unterſchied in beiden Züchtungsprozeſſen ſcharf gegen einander zu halten.

Natürliche ſowohl, als künſtliche Züchtung ſind ganz einfache, natürliche, mechaniſche Lebensverhältniſſe, welche auf der Wechſelwirkung zweier phyſiologiſcher Functionen beruhen, nämlich der Anpaſſung und der Vererbung, Functionen, die als ſolche wieder auf phyſikaliſche und chemiſche Eigenſchaften der organiſchen Materie zurückzuführen ſind. Ein Unterſchied beider Züchtungsformen beſteht darin, daß bei der künſtlichen Züchtung der Wille des Menſchen planmäßig die Auswahl oder Ausleſe betreibt, während bei der natürlichen Züchtung der Kampf um das Daſein (jenes allgemeine Wechſelverhältniß der Organismen) planlos wirkt, aber übrigens ganz daſſelbe Reſultat erzeugt, nämlich eine Auswahl oder Selection beſonders gearteter Individuen zur Nachzucht. Die Veränderungen, welche durch die Züchtung hervorgebracht werden, ſchlagen bei der künſtlichen Züchtung zum Vortheil des züchtenden Menſchen aus, bei der natürlichen Züchtung dagegen zum Vortheil des gezüchteten Organismus ſelbſt, wie es in der Natur der Sache liegt.

Das ſind die weſentlichſten Unterſchiede und Uebereinſtimmungen zwiſchen beiderlei Züchtungsarten. Es iſt dann aber ferner noch zu berückſichtigen, daß ein weiterer Unterſchied in der Zeitdauer beſteht, welche für den Züchtungsprozeß der beiderlei Arten erforderlich iſt. Der Menſch vermag bei der künſtlichen Zuchtwahl in viel kürzerer Zeit ſehr bedeutende Veränderungen hervorzubringen, während bei der natürlichen Zuchtwahl Aehnliches erſt in viel längerer Zeit zu Stande gebracht wird. Das beruht darauf, daß der Menſch die Ausleſe viel ſorgfältiger betreiben kann. Der Menſch kann unter einer großen Anzahl von Individuen mit der größten Sorgfalt Einzelne herausleſen, die übrigen ganz fallen laſſen, und bloß die Bevorzugten zur Fortpflanzung verwenden, während das bei der natürlichen Zucht-

wahl nicht der Fall ist. Da werden sich neben den bevorzugten, zuerst zur Fortpflanzung gelangenden Individuen, auch noch Einzelne oder Viele von den übrigen, weniger ausgezeichneten Individuen, neben den ersteren fortpflanzen. Ferner ist der Mensch im Stande, die Kreuzung zwischen der ursprünglichen und der neuen Form zu verhüten, die bei der natürlichen Züchtung oft nicht zu vermeiden ist. Wenn aber eine solche Kreuzung, d. h. eine geschlechtliche Verbindung der neuen Abart mit der ursprünglichen Stammform stattfindet, so schlägt die dadurch erzeugte Nachkommenschaft leicht in die letztere zurück. Bei der natürlichen Züchtung kann eine solche Kreuzung nur dann sicher vermieden werden, wenn die neue Abart sich durch Wanderung von der alten Stammform absondert und isolirt.

Die natürliche Züchtung wirkt daher sehr viel langsamer; sie erfordert viel längere Zeiträume, als der künstliche Züchtungsprozeß. Aber eine wesentliche Folge dieses Unterschiedes ist, daß dann auch das Product der künstlichen Zuchtwahl viel leichter wieder verschwindet, und die neu erzeugte Form in die ältere zurückschlägt, während das bei der natürlichen Züchtung nicht der Fall ist. Die neuen Arten oder Species, welche aus der natürlichen Züchtung entstehen, erhalten sich viel constanter, schlagen viel weniger leicht in die Stammform zurück, als es bei den künstlichen Züchtungsproducten der Fall ist, und sie erhalten sich auch demgemäß eine viel längere Zeit hindurch beständig, als die künstlichen Rassen, die der Mensch erzeugt. Aber das sind nur untergeordnete Unterschiede, die sich durch die verschiedenen Bedingungen der natürlichen und der künstlichen Auslese erklären, und die auch wesentlich nur die Zeitdauer betreffen. Das Wesen der Formveränderung, und die Mittel, durch welche sie erzeugt wird, sind bei der künstlichen und natürlichen Züchtung ganz dieselben. (Gen. Morph. II., 248).

Die gedankenlosen und beschränkten Gegner Darwin's werden nicht müde zu behaupten, daß seine Selectionstheorie eine bodenlose Vermuthung, oder wenigstens eine Hypothese sei, welche erst bewiesen werden müsse. Daß diese Behauptung vollkommen unbegründet ist,

können Sie ſchon aus den ſo eben erörterten Grundzügen der Züchtungslehre ſelbſt entnehmen. Darwin nimmt als wirkende Urſachen für die Umbildung der organiſchen Geſtalten keinerlei unbekannte Naturkräfte oder hypothetiſche Verhältniſſe an, ſondern einzig und allein die allgemein bekannten Lebensthätigkeiten aller Organismen, welche wir als Vererbung und Anpaſſung bezeichnen. Jeder phyſiologiſch gebildete Naturforſcher weiß, daß dieſe beiden Functionen unmittelbar mit den Thätigkeiten der Fortpflanzung und Ernährung zuſammenhängen, und gleich allen anderen Lebenserſcheinungen mechaniſche Naturprozeſſe ſind, d. h. auf Bewegungserſcheinungen der organiſchen Materie beruhen. Daß die Wechſelwirkung dieſer beiden Functionen an einer beſtändigen langſamen Umbildung der organiſchen Formen arbeitet, und daß dieſe zur Entſtehung neuer Arten führt, wird mit Nothwendigkeit durch den Kampf um's Daſein bedingt. Dieſer iſt aber ebenſo wenig ein hypothetiſches oder des Beweiſes bedürftiges Verhältniß, als jene Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung. Vielmehr iſt der Kampf um's Daſein eine mathematiſche Nothwendigkeit, welche aus dem Mißverhältniß zwiſchen der beſchränkten Zahl der Stellen im Naturhaushalt und der übermäßigen Zahl der organiſchen Keime entſpringt. Durch die activen und paſſiven Wanderungen der Thiere und Pflanzen, welche überall und zu jeder Zeit ſtattfinden, wird außerdem noch die Entſtehung neuer Arten in hohem Maße begünſtigt, ohne daß dieſelben jedoch als ein nothwendiger Factor für den Prozeß der natürlichen Züchtung anzuſehen wären. Die Entſtehung neuer Species durch die natürliche Züchtung, oder was daſſelbe iſt, durch die Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung im Kampfe um's Daſein, iſt mithin eine mathematiſche Naturnothwendigkeit, welche keines weiteren Beweiſes bedarf. Wer auch bei dem gegenwärtigen Zuſtande unſeres Wiſſens immer noch nach Beweiſen für die Selectionstheorie verlangt, der beweiſt dadurch nur, daß er entweder dieſelbe nicht vollſtändig verſteht, oder mit den biologiſchen Thatſachen, mit dem empi-

rischen Wissensschatz der Anthropologie, Zoologie und Botanik nicht hinreichend vertraut ist.

Wenn die natürliche Züchtung, wie wir behaupten, die große bewirkende Ursache ist, welche die ganze wundervolle Mannichfaltigkeit des organischen Lebens auf der Erde hervorgebracht hat, so müssen auch alle die interessanten Erscheinungen des Menschenlebens aus derselben Ursache erklärbar sein. Denn der Mensch ist ja nur ein höher entwickeltes Wirbelthier, und alle Seiten des Menschenlebens finden ihre Parallelen, oder richtiger ihre niederen Entwickelungszustände, im Thierreiche vorgebildet. Die ganze Völkergeschichte oder die sogenannte „Weltgeschichte" muß dann durch „natürliche Züchtung" erklärbar sein, muß ein physikalisch-chemischer Prozeß sein, der auf der Wechselwirkung der Anpassung und Vererbung in dem Kampfe der Menschen um's Dasein beruht. Und das ist in der That der Fall. Wir werden später noch die Beweise dafür beibringen. Hier erscheint es jedoch von Interesse, hervorzuheben, daß nicht nur die natürliche, sondern auch die künstliche Züchtung vielfach in der Weltgeschichte wirksam ist.

Ein ausgezeichnetes Beispiel von künstlicher Züchtung der Menschen in großem Maßstabe liefern die alten Spartaner, bei denen auf Grund eines besonderen Gesetzes schon die neugeborenen Kinder einer sorgfältigen Musterung und Auslese unterworfen werden mußten. Alle schwächlichen, kränklichen oder mit irgend einem körperlichen Gebrechen behafteten Kinder wurden getödtet. Nur die vollkommen gesunden und kräftigen Kinder durften am Leben bleiben und sie allein gelangten später zur Fortpflanzung. Dadurch wurde die spartanische Rasse nicht allein beständig in auserlesener Kraft und Tüchtigkeit erhalten, sondern mit jeder Generation wurde ihre körperliche Vollkommenheit gesteigert. Gewiß verdankt das Volk von Sparta dieser künstlichen Auslese oder Züchtung zum großen Theil den seltenen Grad von männlicher Kraft und rauher Heldentugend, durch die es in der alten Geschichte hervorragt.

Auch manche Stämme unter den rothen Indianern Nordameri-

ka's, die gegenwärtig im Kampfe um's Daſein den übermächtigen Eindringlingen der weißen Raſſe trotz heldenmüthigſter Gegenwehr erliegen, verdanken ihren beſonderen Grad von Körperſtärke und kriegeriſcher Tapferkeit einer ähnlichen ſorgfältigen Ausleſe der neugebornen Kinder. Auch hier werden alle ſchwachen oder mit irgend einem Fehler behafteten Kinder ſofort getödtet und nur die vollkommen kräftigen Individuen bleiben am Leben und pflanzen die Raſſe fort. Daß durch dieſe künſtliche Züchtung die Raſſe in hohem Maaße veredelt und im Laufe zahlreicher Generationen ungemein vervollkommnet wird, iſt an ſich nicht zu bezweifeln und wird durch viele bekannte Thatſachen genügend bewieſen.

Gerade das Gegentheil von dieſer künſtlichen Züchtung der wilden Rothhäute und der alten Spartaner bildet die individuelle Ausleſe, welche in unſeren modernen Militärſtaaten allgemein behufs Erhaltung der ſtehenden Heere ausgeübt wird, und welche wir ganz paſſend unter dem Namen der militäriſchen Züchtung als eine beſondere Form der Zuchtwahl betrachten können. Bekanntlich tritt gerade in der neueſten Zeit das moderne Soldatenthum mehr als je in den Vordergrund des ſogenannten „Kulturlebens"; die ganze Kraft und der ganze Reichthum blühender Kulturſtaaten wird für ſeine Ausbildung vergeudet. Die Jugenderziehung dagegen und der öffentliche Unterricht, die tiefen Grundlagen der wahren Volkswohlfahrt und der humanen Veredelung, werden in einer Weiſe vernachläſſigt und mißhandelt, welche unſeren Nachkommen die Schamröthe über die barbariſche Rohheit ihrer Vorfahren ins Geſicht treiben wird. Und das geſchieht in Staaten, welche ſich einbilden, die bevorzugten Träger der höchſten menſchlichen Intelligenz zu ſein und an der Spitze der Civiliſation zu ſtehen!

Eine früher nicht geahnte abſolute Herrſchaft hat dieſer verderbliche Militarismus, das Krebsübel des heutigen Europa, gewonnen, ſeitdem die allgemeine Wehrpflicht, eine republikaniſche Inſtitution, mit dem ſtehenden Heere, das dynaſtiſch-abſolutiſtiſchen Zwecken dient, zu dem unnatürlichſten Zwitterweſen zuſammengekoppelt worden iſt.

Digitized by Google

Um das stehende Heer möglichst zu vergrößern, werden alljährlich aus allen Kreisen der Gesellschaft alle gesunden und starken, jungen Männer durch strenge Rekrutirung ausgelesen. Je kräftiger, gesunder, normaler der Jüngling ist, desto größer ist für ihn die Aussicht, durch Zündnadeln, gezogene Kanonen und andere dergleichen Kulturinstrumente gemordet zu werden. Alle kranken, schwächlichen oder mit Gebrechen behafteten Jünglinge dagegen werden von der „militärischen Selection" verschont, bleiben während des Krieges zu Hause, heirathen und pflanzen sich fort. Je untauglicher, schwächer und verkümmerter der Jüngling ist, desto größere Aussicht hat er, der Rekrutirung zu entgehen und eine Familie zu gründen. Während die kräftige Blüthe der Jugend auf dem Schlachtfelde verblutet, genießt inzwischen der untaugliche Ausschuß die Genugthuung, sich fortzupflanzen und alle seine Schwächen und Gebrechen auf die Nachkommenschaft zu vererben. Nach den Vererbungsgesetzen muß aber nothwendig in Folge dessen bei jeder folgenden Generation nicht allein eine weitere Verbreitung, sondern auch eine tiefere Ausbildung des körperlichen und des davon untrennbaren geistigen Schwächezustandes eintreten. Daher brauchen wir uns wahrlich nicht zu wundern, wenn in Wirklichkeit die Körperschwäche und Charakterschwäche unserer Kulturnationen in beständiger Zunahme begriffen ist, und mit dem starken, gesunden Körper auch der freie, unabhängige Geist immer seltener wird.

Zu dieser zunehmenden Entkräftung der modernen Kulturvölker, welche eine nothwendige Folge der militärischen Zuchtwahl ist, gesellt sich nun ferner noch der andere Übelstand, daß die vervollkommnete Heilkunde der Neuzeit, obwohl immer noch wenig im Stande, Krankheiten wirklich zu heilen, doch mehr als früher die Kunst besitzt und übt, schleichende, chronische Krankheiten auf lange Jahre hinauszuziehen. Gerade solche verheerende Uebel, wie Schwindsucht, Skrophelkrankheit, Syphilis, ferner viele Formen der Geisteskrankheiten, sind in besonderem Maße erblich und werden von den siechen Eltern auf einen Theil ihrer Kinder oder gar auf die ganze

Nachkommenschaft übertragen. Je länger nun die kranken Eltern mit Hülfe der ärztlichen Kunst ihre sieche Existenz hinausziehen, desto zahlreichere Nachkommenschaft kann von ihnen die unheilbaren Uebel erben, eine desto größere Zahl von Individuen wird dann auch wieder in der folgenden Generation, Dank jener künstlichen „medicinischen Züchtung", von ihren Eltern mit dem schleichenden Erbübel angesteckt werden.

Wenn Jemand vorschlagen würde, die stehenden Heere, von denen doch immer ein mehr oder minder großer Theil zur Ermordung bestimmt ist, aus den schwächlichen und siechen Individuen, statt aus den gesunden und starken zu recrutiren, würde man ihn verhöhnen. Wenn jemand gar den Vorschlag wagen wollte, nach dem Beispiele der Spartaner und der Rothhäute die elenden und gebrechlichen Kinder, denen mit Sicherheit ein sieches Leben prophezeiht werden kann, gleich nach der Geburt zu tödten, statt sie zu ihrem eigenen und zum Schaden der Gesammtheit am Leben zu erhalten, so würde unsere sogenannte „humane Civilisation" in einen Schrei der Entrüstung ausbrechen. Aber dieselbe „humane Civilisation" findet es ganz in der Ordnung und fügt sich ohne Murren darein, daß bei jedem ausbrechenden Kriege (— und bei dem jetzigen Aufgehen des Kulturlebens in der Ausbildung stehender Heere müssen natürlich Kriege immer häufiger werden! —) Hunderte und Tausende der besten jugendkräftigsten Männer dem Hazardspiel der Schlachten geopfert werden! Und wofür, fragen wir, wofür wird diese Blüthe des Volkes dahin geschlachtet? Meistens für Zwecke, welche mit den humanen Zielen der Menschheit nicht das Geringste zu thun haben, welche jedem wahren „Kulturvolke" fern liegen sollten! In vielen Fällen für rein dynastische Familienzwecke, die das wahre Wohl der gegen einander gehetzten Völker gar nicht berühren!

Glücklicher Weise finden wir ein heilsames Gegengewicht gegen diesen verderblichen Einfluß der künstlichen militärischen und medicinischen Züchtung in dem überall waltenden und unüberwindlichen Einflusse der viel stärkeren natürlichen Züchtung. Denn auch

dieser ist überall im Menschenleben, wie im Thier- und Pflanzenleben, das wichtigste umgestaltende Princip und der kräftigste Hebel des Fortschritts und der Vervollkommnung. Der Kampf um's Dasein bringt es mit sich, daß im Großen und Ganzen immer der Bessere, weil der Vollkommnere, über den Schwächeren und Unvollkommneren siegt. Im Menschenleben aber wird dieser Kampf um's Dasein zukünftig zu einem Kampfe des Geistes werden, nicht zu einem Kampfe der Mordwaffen. Der Mensch mit dem vollkommensten Verstande, nicht der Mensch mit dem besten Revolver, wird im Großen und Ganzen Sieger bleiben; er wird auf seine Nachkommen die Eigenschaften des Gehirns, die ihm zum Sieg verholfen hatten, vererben. So dürfen wir denn mit Fug und Recht hoffen, daß trotz aller Anstrengungen der rückwärts strebenden Gewalten der Fortschritt des Menschengeschlechts, zur Freiheit, und dadurch zur möglichsten Vervollkommnung, immer mehr und mehr zur Wahrheit werden wird.

Achter Vortrag.

Vererbung und Fortpflanzung.

Allgemeinheit der Erblichkeit und der Vererbung. Auffallende besondere Aeußerungen derselben. Menschen mit vier, sechs oder sieben Fingern und Zehen. Stachelschweinmenschen. Vererbung von Krankheiten, namentlich von Geisteskrankheiten. Erbsünde. Erbliche Monarchie. Erbadel. Erbliche Talente und Seeleneigenschaften. Materielle Ursachen der Vererbung. Zusammenhang der Vererbung mit der Fortpflanzung. Urzeugung und Fortpflanzung. Ungeschlechtliche oder monogone Fortpflanzung. Fortpflanzung durch Selbsttheilung. Moneren und Amoeben. Fortpflanzung durch Knospenbildung, durch Keimknospenbildung und durch Keimzellenbildung. Geschlechtliche oder amphigone Fortpflanzung. Zwitterbildung oder Hermaphroditismus. Geschlechtstrennung oder Gonochorismus. Jungfräuliche Zeugung oder Parthenogenesis. Materielle Uebertragung der Eigenschaften beider Eltern auf das Kind bei der geschlechtlichen Fortpflanzung. Unterschied der Vererbung bei der geschlechtlichen und bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung.

Meine Herren! Als die formbildende Naturkraft, welche die verschiedenen Gestalten der Thier- und Pflanzenarten erzeugt, haben Sie in dem letzten Vortrage nach Darwin's Theorie die natürliche Züchtung kennen gelernt. Wir verstanden unter diesem Ausdruck die allgemeine Wechselwirkung, welche im Kampfe um das Dasein zwischen der Erblichkeit und der Veränderlichkeit der Organismen stattfindet; zwischen zwei physiologischen Functionen, welche allen Thieren und Pflanzen eigenthümlich sind, und welche sich auf andere Lebensthätigkeiten, auf die Functionen der Fortpflanzung und Ernährung zurückführen lassen. Alle die verschiede-

Digitized by Google

nen Formen der Organismen, welche man gewöhnlich geneigt ist als Producte einer zweckmäßig thätigen Schöpferkraft anzusehen, konnten wir nach jener Züchtungstheorie auffassen als die nothwendigen Producte der zwecklos wirkenden natürlichen Züchtung, der unbewußten Wechselwirkung zwischen jenen beiden Eigenschaften der Veränderlichkeit und der Erblichkeit. Bei der außerordentlichen Wichtigkeit, welche diesen Lebenseigenschaften der Organismen demgemäß zukommt, müssen wir zunächst dieselben etwas näher in das Auge fassen, und wir wollen uns heute mit der Vererbung beschäftigen (Gen. Morph. II., 170—191).

Genau genommen müssen wir unterscheiden zwischen der Erblichkeit und der Vererbung. Die Erblichkeit ist die Vererbungskraft, die Fähigkeit der Organismen, ihre Eigenschaften auf ihre Nachkommen durch die Fortpflanzung zu übertragen. Die Vererbung oder Heredität dagegen bezeichnet die wirkliche Ausübung dieser Fähigkeit, die thatsächlich stattfindende Uebertragung.

Erblichkeit und Vererbung sind so allgemeine, alltägliche Erscheinungen, daß die meisten Menschen dieselben überhaupt nicht beachten, und daß die wenigsten geneigt sind, besondere Reflexionen über den Werth und die Bedeutung dieser Lebenserscheinungen anzustellen. Man findet es allgemein ganz natürlich und selbstverständlich, daß jeder Organismus seines Gleichen erzeugt, und daß die Kinder den Eltern im Ganzen wie im Einzelnen ähnlich sind. Gewöhnlich pflegt man die Erblichkeit nur in jenen Fällen hervorzuheben und zu besprechen, wo sie eine besondere Eigenthümlichkeit betrifft, die an einem menschlichen Individuum, ohne ererbt zu sein, zum ersten Male auftrat und von diesem auf seine Nachkommen übertragen wurde. In besonders auffallendem Grade zeigt sich so die Vererbung bei bestimmten Krankheiten und bei ganz ungewöhnlichen und unregelmäßigen (monströsen) Abweichungen von der gewöhnlichen Körperbildung.

Unter diesen Fällen von Vererbung monströser Abänderungen sind besonders lehrreich diejenigen, welche eine abnorme Vermehrung

oder Verminderung der Fünfzahl der menſchlichen Finger und Zehen betreffen. Es kommen nicht ſelten menſchliche Familien vor, in denen mehrere Generationen hindurch ſechs Finger an jeder Hand oder ſechs Zehen an jedem Fuße beobachtet werden. Seltener ſind Beiſpiele von Siebenzahl oder von Vierzahl der Finger und Zehen. Die ungewöhnliche Bildung geht immer zuerſt von einem einzigen Individuum aus, welches aus unbekannten Urſachen mit einem Ueberſchuß über die gewöhnliche Fünfzahl der Finger und Zehen geboren wird und dieſen durch Vererbung auf einen Theil ſeiner Nachkommen überträgt. In einer und derſelben Familie kann man die Sechszahl der Finger und Zehen durch drei, vier und mehr Generationen hindurch verfolgen. In einer ſpaniſchen Familie waren nicht weniger als vierzig Individuen durch dieſe Ueberzahl ausgezeichnet. In allen Fällen iſt die Vererbung der ſechſten überzähligen Zehe oder des ſechſten Fingers nicht bleibend und durchgreifend, weil die ſechsfingerigen Menſchen ſich immer wieder mit fünffingerigen vermiſchen. Würde eine ſechsfingerige Familie ſich in reiner Inzucht fortpflanzen, würden ſechsfingerige Männer immer nur ſechsfingerige Frauen heirathen, ſo würde durch Fixirung dieſes Characters eine beſondere ſechsfingerige Menſchenart entſtehen. Da aber die ſechsfingerigen Männer immer fünffingerige Frauen heirathen, und umgekehrt, ſo zeigt ihre Nachkommenſchaft meiſtens ſehr gemiſchte Zahlenverhältniſſe und ſchlägt ſchließlich nach Verlauf einiger Generationen wieder in die normale Fünfzahl zurück. So können z. B. von 8 Kindern eines ſechsfingerigen Vaters und einer fünffingerigen Mutter 2 Kinder an allen Händen und Füßen 6 Finger und 6 Zehen haben, 4 Kinder gemiſchte Zahlenverhältniſſe und 2 Kinder überall die gewöhnliche Fünfzahl. In einer ſpaniſchen Familie hatten ſämmtliche Kinder bis auf das Jüngſte an Händen und Füßen die Sechszahl; nur das Jüngſte hatte überall fünf Finger und Zehen, und der ſechsfingerige Vater des Kindes wollte dieſes letzte daher nicht als das ſeinige anerkennen.

Sehr auffallend zeigt ſich ferner die Vererbungskraft in der Bil-

Digitized by Google

dung und Färbung der menschlichen Haut und Haare. Es ist allbekannt, wie genau in vielen menschlichen Familien eine eigenthümliche Beschaffenheit des Hautsystems, z. B. eine besonders weiche oder spröde Haut, eine besondere Ueppigkeit des Haarwuchses, eine besondere Farbe und Größe der Augen u. s. w. viele Generationen hindurch forterbt. Ebenso werden besondere locale Auswüchse und Flecke der Haut, sogenannte Muttermale, Leberflecke und andere Pigmentanhäufungen, die an bestimmten Stellen vorkommen, gar nicht selten mehrere Generationen hindurch so genau vererbt, daß sie bei den Nachkommen an denselben Stellen sich zeigen, an denen sie bei den Eltern vorhanden waren. Besonders berühmt geworden sind die Stachelschweinmenschen aus der Familie Lambert, welche im vorigen Jahrhundert in London lebte. Edward Lambert, der 1717 geboren wurde, zeichnete sich durch eine ganz ungewöhnliche und monströse Bildung der Haut aus. Der ganze Körper war mit einer zolldicken hornartigen Kruste bedeckt, welche sich in Form zahlreicher stachelförmiger und schuppenförmiger Fortsätze (bis über einen Zoll lang) erhob. Diese monströse Bildung der Oberhaupt oder Epidermis vererbte Lambert auf seine Söhne und Enkel, aber nicht auf die Enkelinnen. Die Uebertragung blieb also hier in der männlichen Linie, wie es auch sonst oft der Fall ist. Ebenso vererbt sich übermäßige Fettentwickelung an gewissen Körperstellen oft nur innerhalb der weiblichen Linie. Wie genau sich die charakteristische Gesichtsbildung erblich überträgt, braucht wohl kaum erinnert zu werden; bald bleibt dieselbe innerhalb der männlichen, bald innerhalb der weiblichen Linie; bald vermischt sie sich in beiden Linien.

Sehr lehrreich und allbekannt sind ferner die Vererbungserscheinungen pathologischer Zustände, besonders der menschlichen Krankheitsformen. Es sind insbesondere bekanntlich Krankheiten der Athmungsorgane, der Drüsen und des Nervensystems, welche sich sehr leicht erblich übertragen. Sehr häufig tritt plötzlich in einer sonst gesunden Familie eine derselben bisher unbekannte Erkrankung auf; sie wird erworben durch äußere Ursachen, durch krankmachende Lebensbedin-

gungen. Dieſe Krankheit, welche bei einem einzelnen Individuum durch äußere Urſachen bewirkt wurde, pflanzt ſich von dieſem auf ſeine Nachkommen fort, und dieſe haben nun alle oder zum Theil an derſelben Krankheit zu leiden. Bei Lungenkrankheiten, z. B. Schwindſucht, iſt dieſes traurige Verhältniß der Erblichkeit allbekannt, ebenſo bei Leberkrankheiten, bei Syphilis, bei Geiſteskrankheiten. Dieſe letzteren ſind von ganz beſonderem Intereſſe. Ebenſo wie beſondere Charakterzüge des Menſchen, Stolz, Ehrgeiz, Leichtſinn u. ſ. w. ſtreng durch die Vererbung auf die Nachkommenſchaft übertragen werden, ſo gilt das auch von den beſonderen, abnormen Aeußerungen der Seelenthätigkeit, welche man als fixe Ideen, Schwermuth, Blödſinn und überhaupt als Geiſteskrankheiten bezeichnet. Es zeigt ſich hier deutlich und unwiderleglich, daß die Seele des Menſchen, ebenſo wie die Seele der Thiere, eine rein mechaniſche Thätigkeit, eine Summe von phyſiologiſchen Bewegungserſcheinungen der Gehirntheilchen iſt, und daß ſie mit ihrem Subſtrate, ebenſo wie jede andere Körpereigenſchaft, durch die Fortpflanzung materiell übertragen, vererbt wird.

Dieſe äußerſt wichtige und unleugbare Thatſache erregt, wenn man ſie ausſpricht, gewöhnlich großes Aergerniß, und doch wird ſie eigentlich ſtillſchweigend allgemein anerkannt. Denn worauf beruhen die Vorſtellungen von der „Erbſünde", der „Erbweisheit", dem „Erbadel" u. ſ. w. anders, als auf der Ueberzeugung, daß die menſchliche Geiſtesbeſchaffenheit durch die Fortpflanzung — alſo durch einen rein materiellen Vorgang! — körperlich von den Eltern auf die Nachkommen übertragen wird? — Die Anerkennung dieſer großen Bedeutung der Erblichkeit äußert ſich in einer Menge von menſchlichen Einrichtungen, wie z. B. in der Kaſteneintheilung vieler Völker in Kriegerkaſten, Prieſterkaſten, Arbeiterkaſten u. ſ. w. Offenbar beruht urſprünglich die Einrichtung ſolcher Kaſten auf der Vorſtellung von der hohen Wichtigkeit erblicher Vorzüge, welche gewiſſen Familien beiwohnten, und von denen man vorausſetzte, daß ſie immer wieder von den Eltern auf die Nachkommen übertragen werden würden. Die Einrichtung des erblichen Adels und der erblichen Monarchie iſt zwei-

felsohne auf die Vorſtellung einer ſolchen Vererbung beſonderer Tugenden zurückzuführen. Allerdings ſind es leider nicht nur die Tugenden, ſondern auch die Laſter, welche vererbt werden, und wenn Sie in der Weltgeſchichte die verſchiedenen Individuen der einzelnen Dynaſtien vergleichen, ſo werden Sie zwar überall eine große Anzahl von Beweiſen für die Erblichkeit auffinden können, aber weniger für die Erblichkeit der Tugenden, als der entgegengeſetzten Eigenſchaften. Denken Sie z. B. nur an die römiſchen Kaiſer, an die Julier und die Claudier, oder an die Bourbonen in Frankreich, Spanien und Italien!

In der That dürfte kaum irgendwo eine ſolche Fülle von ſchlagenden Beiſpielen für die merkwürdige Vererbung der feinſten körperlichen und geiſtigen Züge gefunden werden, als in der Geſchichte der regierenden Häuſer in den erblichen Monarchien. Ganz beſonders gilt dies mit Bezug auf die vorher erwähnten Geiſteskrankheiten. Gerade in regierenden Familien ſind Geiſteskrankheiten in ungewöhnlichem Maße erblich. Schon der berühmte Irrenarzt Esquirol wies nach, daß das Verhältniß der Geiſteskranken in den regierenden Häuſern gegenüber denjenigen in der gewöhnlichen Bevölkerung ſich verhält, wie 60 zu 1, d. h. daß Geiſteskrankheit in den bevorzugten Familien der regierenden Häuſer ſechzig mal ſo häufig vorkommt, als in der gewöhnlichen Menſchheit. Würde eine gleiche genaue Statiſtik auch für den erblichen Adel durchgeführt, ſo dürfte ſich leicht herausſtellen, daß auch dieſer ein ungleich größeres Contingent von Geiſteskranken ſtellt, als die gemeine, nichtadelige Menſchheit. Dieſe Erſcheinung wird uns kaum mehr wundern, wenn wir bedenken, welchen Nachtheil ſich dieſe privilegirten Kaſten ſelbſt durch ihre unnatürliche einſeitige Erziehung und durch ihre künſtliche Abſperrung von der übrigen Menſchheit zufügen. Es werden dadurch manche dunkle Schattenſeiten der menſchlichen Natur beſonders entwickelt, gleichſam künſtlich gezüchtet, und pflanzen ſich nun nach den Vererbungsgeſetzen mit immer verſtärkter Kraft und Einſeitigkeit durch die Reihe der Generationen fort.

Wie ſich in der Generationsfolge mancher Dynaſtien, z. B. der ſächſiſch-thüringiſchen Fürſten, der Mediceer, die edle Vorliebe für die höchſten menſchlichen Thätigkeiten, für Wiſſenſchaft und Kunſt, durch viele Generationen erblich überträgt und erhält, wie dagegen in vielen anderen Dynaſtien Jahrhunderte hindurch eine beſondere Neigung für das Kriegshandwerk, für Unterdrückung der menſchlichen Freiheit und für andere rohe Gewaltthätigkeiten vererbt wird, iſt aus der Völkergeſchichte Ihnen hinreichend bekannt. Ebenſo vererben ſich in manchen Familien viele Generationen hindurch ganz beſtimmte Fähigkeiten für einzelne Geiſtesthätigkeiten, z. B. Mathematik, Dichtkunſt, Tonkunſt, bildende Kunſt, Naturforſchung, Philoſophie u. ſ. w. In der Familie Bach hat es nicht weniger als zweiundzwanzig hervorragende muſikaliſche Talente gegeben. Natürlich beruht die Vererbung ſolcher Geiſteseigenthümlichkeiten, wie die Vererbung der Geiſteseigenſchaften überhaupt, auf dem materiellen Vorgang der Zeugung. Es iſt hier die Lebenserſcheinung, die Kraftäußerung unmittelbar (wie überall in der Natur) verbunden mit beſtimmten Miſchungsverhältniſſen des Stoffes. Die Miſchung und Molekularbewegung des Stoffes iſt es, welche bei der Zeugung übertragen wird.

Bevor wir nun die verſchiedenen und zum Theil ſehr intereſſanten und bedeutenden Geſetze der Vererbung näher unterſuchen, wollen wir über die eigentliche Natur dieſes Vorganges uns verſtändigen. Man pflegt vielfach die Erblichkeitserſcheinungen als etwas ganz Räthſelhaftes anzuſehen, als eigenthümliche Vorgänge, welche durch die Naturwiſſenſchaft nicht ergründet, in ihren Urſachen und eigentlichem Weſen nicht erfaßt werden könnten. Man pflegt gerade hier ſehr allgemein übernatürliche Einwirkungen anzunehmen. Es läßt ſich aber ſchon jetzt, bei dem heutigen Zuſtande der Phyſiologie, mit vollkommner Sicherheit nachweiſen, daß alle Erblichkeitserſcheinungen durchaus natürliche Vorgänge ſind, daß ſie durch mechaniſche Urſachen bewirkt werden, und daß ſie auf materiellen Bewegungserſcheinungen im Körper der Organismen beruhen, welche wir als Theilerſcheinungen der Fortpflanzung betrachten können. Alle Erblichkeitserſcheinungen

und Vererbungsgesetze lassen sich auf die materiellen Vorgänge der Fortpflanzung zurückführen.

Jeder einzelne Organismus, jedes lebendige Individuum verdankt sein Dasein entweder einem Acte der elternlosen Zeugung oder Urzeugung (Generatio spontanea, Archigonia), oder einem Acte der elterlichen Zeugung oder Fortpflanzung (Generatio parentalis, Tocogonia). Auf die Urzeugung oder Archigonie werden wir in einem späteren Vortrage zurückkommen. Jetzt haben wir uns nur mit der Fortpflanzung oder Tocogonie zu beschäftigen, deren nähere Betrachtung für das Verständniß der Vererbung von der größten Wichtigkeit ist. Die Meisten von Ihnen werden von den Fortpflanzungserscheinungen wahrscheinlich nur diejenigen kennen, welche Sie allgemein bei den höheren Pflanzen und Thieren beobachten, die Vorgänge der geschlechtlichen Fortpflanzung oder der Amphigonie. Viel weniger allgemein bekannt sind die Vorgänge der ungeschlechtlichen Fortpflanzung oder der Monogonie. Gerade diese sind aber bei weitem mehr als die vorhergehenden geeignet, ein erklärendes Licht auf die Natur der mit der Fortpflanzung zusammenhängenden Vererbung zu werfen.

Aus diesem Grunde ersuche ich Sie, jetzt zunächst bloß die Erscheinungen der ungeschlechtlichen oder monogonen Fortpflanzung (Monogonia) in das Auge zu fassen. Diese tritt in mannichfach verschiedener Form auf, als Selbsttheilung, Knospenbildung und Keimzellen- oder Sporenbildung (Gen. Morph. II., 36 — 58). Am lehrreichsten ist es hier, zunächst die Fortpflanzung bei den einfachsten Organismen zu betrachten, welche wir kennen, und auf welche wir später bei der Frage von der Urzeugung zurückkommen müssen. Diese allereinfachsten uns bis jetzt bekannten, und zugleich die denkbar einfachsten Organismen sind die wasserbewohnenden Moneren: sehr kleine lebendige Körperchen, welche eigentlich streng genommen den Namen des Organismus gar nicht verdienen. Denn die Bezeichnung „Organismus" für die lebenden Wesen beruht auf der Vorstellung, daß jeder belebte Naturkörper aus Orga-

nen zusammengesetzt ist, aus verschiedenartigen Theilen, die als Werkzeuge, ähnlich den verschiedenen Theilen einer künstlichen Maschine, in einander greifen und zusammenwirken, um die Thätigkeit des Ganzen hervorzubringen. Nun haben wir aber in den Moneren während der letzten Jahre Organismen kennen gelernt, welche in der That nicht aus Organen zusammengesetzt sind, sondern ganz und gar aus einer structurlosen, einfachen, gleichartigen Materie bestehen. Der ganze Körper dieser Moneren ist zeitlebens weiter Nichts, als ein formloses bewegliches Schleimklümpchen, das aus einer eiweißartigen Kohlenstoffverbindung besteht. Einfachere, unvollkommnere Organismen sind gar nicht denkbar [15]).

Die ersten vollständigen Beobachtungen über die Naturgeschichte eines Moneres (Protogenes primordialis) habe ich 1864 bei Nizza angestellt. Andere sehr merkwürdige Moneren habe ich später (1866) auf der canarischen Insel Lanzarote und (1867) an der Meerenge von Gibraltar beobachtet. (Protomyxa, Myxastrum etc.). Auch an der norwegischen Küste bei Bergen habe ich (1869) eine Protomyxa aufgefunden. Ein interessantes Moner des süßen Wassers hat Cienkowski (1865) unter dem Namen Vampyrella beschrieben. Das merkwürdigste aber vielleicht von allen Moneren hat (1868) der berühmte englische Zoolog Huxley entdeckt und Bathybius Haeckelii genannt. „Bathybius" heißt: In der Tiefe lebend. Dieser wunderbare Organismus lebt nämlich in den ungeheuren Abgründen des Meeres, welche uns im letzten Jahrzehnt durch die mühevollen Untersuchungen der Engländer bekannt geworden sind, und welche über 12,000, ja an manchen Stellen über 24,000 Fuß Tiefe erreichen. Hier findet sich zwischen den zahlreichen Polythalamien und Radiolarien, die den feinen kreideartigen Schlamm dieser Abgründe bevölkern, auch massenhaft der Bathybius vor, theils in Gestalt rundlicher oder formloser Schleimklumpen, theils in Form von maschigen Schleimnetzen, welche Steintrümmer und andere Gegenstände überziehen. Oft sind kleine Kalk-Körperchen (Diskolithen, Cyatholiten ꝛc.) in diese schleimigen Gallertmassen eingebettet, wahrscheinlich Ausscheidungs-

producte der letzteren. Der ganze Körper des merkwürdigen Bathybius besteht, gleich dem der anderen Moneren, einzig und allein aus structurlosem Plasma oder Protoplasma, d. h. aus derselben eiweißartigen Kohlenstoff-Verbindung, welche in unendlich vielen Modificationen als der wesentlichste und nie fehlende Träger der Lebenserscheinungen in allen Organismen sich findet.

Im Ruhezustande erscheinen die meisten Moneren als kleine Schleimkügelchen, für das unbewaffnete Auge nicht sichtbar oder eben sichtbar, höchstens von der Größe eines Stecknadelkopfes. Wenn das Moner sich bewegt, bilden sich an der Oberfläche der kleinen Schleimkugel formlose fingerartige Fortsätze oder sehr feine strahlende Fäden, sogenannte Scheinfüße oder Pseudopodien. Diese Scheinfüße sind einfache, unmittelbare Fortsetzungen der structurlosen eiweißartigen Masse, aus der der ganze Körper besteht. Wir sind nicht im Stande, verschiedenartige Theile in demselben wahrzunehmen, und wir können den directen Beweis für die absolute Einfachheit der festflüssigen Eiweißmasse dadurch führen, daß wir die Nahrungsaufnahme der Moneren unter dem Mikroskop verfolgen. Wenn kleine Körperchen, die zur Ernährung derselben tauglich sind, z. B. kleine Theilchen von zerstörten organischen Körpern, oder mikroskopische Pflänzchen und Infusionsthierchen, zufällig in Berührung mit den Moneren kommen, so bleiben sie an der klebrigen Oberfläche des festflüssigen Schleimklümpchens hängen, erzeugen hier einen Reiz, welcher stärkeren Zufluß der schleimigen Körpermasse zur Folge hat, und werden endlich ganz von dieser umschlossen; oder sie werden durch Verschiebungen der einzelnen Eiweißtheilchen des Monerenkörpers in diesen hineingezogen und dort verdaut, durch einfache Diffusion (Endosmose) ausgesogen.

Ebenso einfach wie die Ernährung, ist die Fortpflanzung dieser Urwesen, die man eigentlich weder Thiere noch Pflanzen nennen kann. Alle Moneren pflanzen sich nur auf dem ungeschlechtlichen Wege fort, durch Monogonie; und zwar im einfachsten Falle durch diejenige Art der Monogonie, welche wir an die Spitze der verschiedenen Fortpflanzungsformen stellen, durch Selbsttheilung. Wenn

ein ſolches Klümpchen, z. B. eine Protamoeba oder ein Protogenes, eine gewiſſe Größe durch Aufnahme fremder Eiweißmaterie erhalten hat, ſo zerfällt es in zwei Stücke; es bildet ſich eine Einſchnürung, welche ringförmig herumgeht, und ſchließlich zur Trennung der beiden Hälften führt. (Vergl. Fig. 1.) Jede Hälfte rundet ſich als-

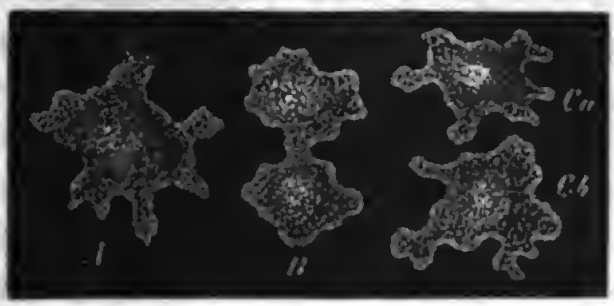


Fig. 1. Fortpflanzung eines einfachſten Organismus, eines Moneres, durch Selbsttheilung. *A.* Das ganze Moner, eine Protamoeba. *B.* Dieſelbe zerfällt durch eine mittlere Einſchnürung in zwei Hälften. *C.* Jede der beiden Hälften hat ſich von der andern getrennt und ſtellt nun ein ſelbſtſtändiges Individuum dar.

bald ab und erſcheint nun als ein ſelbſtſtändiges Individuum, welches das einfache Spiel der Lebenserſcheinungen, Ernährung und Fortpflanzung, von Neuem beginnt. Bei anderen Moneren (Vampyrella) zerfällt der Körper bei der Fortpflanzung nicht in zwei, ſondern in vier gleiche Stücke, und bei noch anderen (Protomonas, Protomyxa, Myxastrum) ſogleich in eine große Anzahl von kleinen Schleimkügelchen, deren jedes durch einfaches Wachsthum dem elterlichen Körper wieder gleich wird. Es zeigt ſich hier deutlich, daß der Vorgang der Fortpflanzung weiter Nichts iſt, als ein Wachsthum des Organismus über ſein individuelles Maaß hinaus.

Die einfache Fortpflanzungsweiſe der Moneren durch Selbſttheilung iſt eigentlich die allgemeinſte und weiteſt verbreitete von allen verſchiedenen Fortpflanzungsarten; denn durch denſelben einfachen Prozeß der Theilung pflanzen ſich auch die Zellen fort, diejenigen einfachen organiſchen Individuen, welche in ſehr großer Zahl den Körper der allermeiſten Organismen, den menſchlichen Körper nicht ausgenom-

men, zusammensetzen. Abgesehen von den Organismen niedersten Ranges, welche noch nicht einmal den Formwerth einer Zelle haben (Moneren), oder zeitlebens eine einfache Zelle darstellen (viele Protisten und einzellige Pflanzen) ist der Körper jedes organischen Individuums aus einer großen Anzahl von Zellen zusammengesetzt. Jede organische Zelle ist bis zu einem gewissen Grade ein selbstständiger Organismus, ein sogenannter „Elementarorganismus" oder ein „Individuum erster Ordnung". Jeder höhere Organismus ist gewissermaßen eine Gesellschaft oder ein Staat von solchen vielgestaltigen, durch Arbeitstheilung mannichfaltig ausgebildeten Elementarindividuen [39]). Ursprünglich ist jede organische Zelle auch nur ein einfaches Schleimklümpchen, gleich einem Moner, jedoch von diesem dadurch verschieden, daß die gleichartige Eiweißmasse in zwei verschiedene Bestandtheile sich gesondert hat: ein inneres, festeres Eiweißkörperchen, den Zellenkern (Nucleus), und einen äußeren, weicheren Eiweißkörper, den Zellstoff (Protoplasma). Außerdem bilden viele Zellen späterhin noch einen dritten (jedoch häufig fehlenden) Formbestandtheil, indem sie sich einkapseln, eine äußere Hülle oder Zellhaut (Membrana) ausschwitzen. Alle übrigen Formbestandtheile, die sonst noch an den Zellen vorkommen, sind von untergeordneter Bedeutung und interessiren uns hier weiter nicht.

Ursprünglich ist auch jeder mehrzellige Organismus eine einfache Zelle, und er wird erst dadurch mehrzellig, daß jene Zelle sich durch Theilung fortpflanzt, und daß die so entstehenden neuen Zellenindividuen beisammen bleiben und durch Arbeitstheilung eine Gemeinde oder einen Staat bilden. Die Formen und Lebenserscheinungen aller mehrzelligen Organismen sind lediglich die Wirkung oder der Ausdruck der gesammten Formen und Lebenserscheinungen aller einzelnen sie zusammensetzenden Zellen. Das Ei, aus welchem sich die meisten Thiere entwickeln, ist eine einfache Zelle, ebenso die Spore, ebenso das sogenannte Keimbläschen oder Embryobläschen, aus welchem sich die meisten Pflanzen entwickeln.

Die einzelligen Organismen, d. h. diejenigen, welche zeitlebens

den Formwerth einer einzigen Zelle beibehalten, z. B. die Amoeben (Fig. 2), pflanzen sich in der Regel auf die einfachste Weise durch

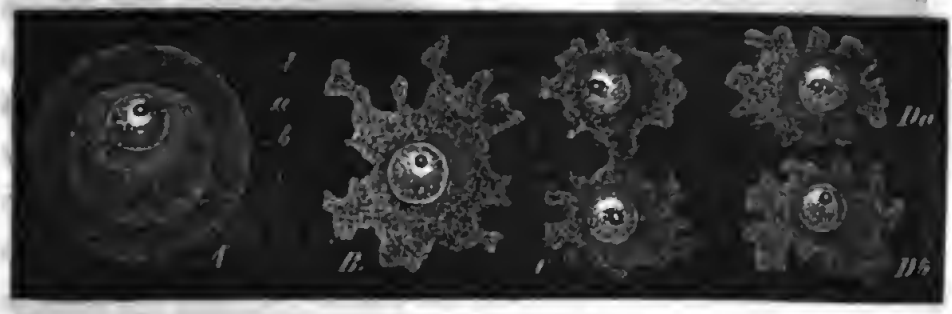


Fig. 2. Fortpflanzung eines einzelligen Organismus, einer Amoeba, durch Selbsttheilung. *A.* die eingekapselte Amoeba, eine einfache kugelige Zelle, bestehend aus einem Protoplasmaklumpen *(c)*, welcher einen Kern *(b)* und ein Kernkörperchen *(a)* einschließt, und von einer Zellhaut oder Kapsel umgeben ist. *B.* Die freie Amoeba, welche die Cyste oder Zellhaut gesprengt und verlassen hat. *C.* Dieselbe beginnt sich zu theilen, indem ihr Kern in zwei Kerne zerfällt und der Zellstoff zwischen beiden sich einschnürt. *D.* Die Theilung ist vollendet, indem auch der Zellstoff vollständig in zwei Hälften zerfallen ist (*Da* und *Db*).

Theilung fort. Dieser Prozeß unterscheidet sich von der vorher bei den Moneren beschriebenen Selbsttheilung nur dadurch, daß zunächst der festere Zellkern (Nucleus) durch Einschnürung in zwei Hälften zerfällt. Die beiden jungen Kerne entfernen sich von einander und wirken nun wie zwei verschiedene Anziehungsmittelpunkte auf die umgebende weichere Eiweißmasse, den Zellstoff (Protoplasma). Dadurch zerfällt schließlich auch dieser in zwei Hälften, und es sind nun zwei neue Zellen vorhanden, welche der Mutterzelle gleich sind. War die Zelle von einer Membran umgeben, so theilt sich diese entweder nicht, wie bei der Eifurchung (Fig. 3, 4), oder sie folgt passiv der activen Einschnürung des Protoplasma, oder es wird von jeder jungen Zelle eine neue Haut ausgeschwitzt.

Ganz ebenso wie die selbstständigen einzelligen Organismen, z. B. Amoeba (Fig. 2) pflanzen sich nun auch die unselbstständigen Zellen fort, welche in Gemeinden oder Staaten vereinigt bleiben und so den Körper der höheren Organismen zusammensetzen. Ebenso vermehren sich auch durch einfache Theilung die Zellen, welche als Eier den meisten Thieren, als Embryobläschen den meisten Pflanzen den Ursprung geben. Wenn

ſich aus einem Ei ein Thier, z. B. ein Säugethier (Fig. 3, 4) entwickelt,

Fig. 3. Ei eines Säugethieres (eine einfache Zelle). *a* Kernkörperchen oder Nucleolus (ſogenannter Keimfleck des Eies); *b* Kern oder Nucleus (ſogenanntes Keimbläschen des Eies); *c* Zellſtoff oder Protoplasma (ſogenannter Dotter des Eies); *d* Zellhaut oder Membrana (Dotterhaut) des Eies, beim Säugethier wegen ihrer Durchſichtigkeit Membrana pellucida genannt.

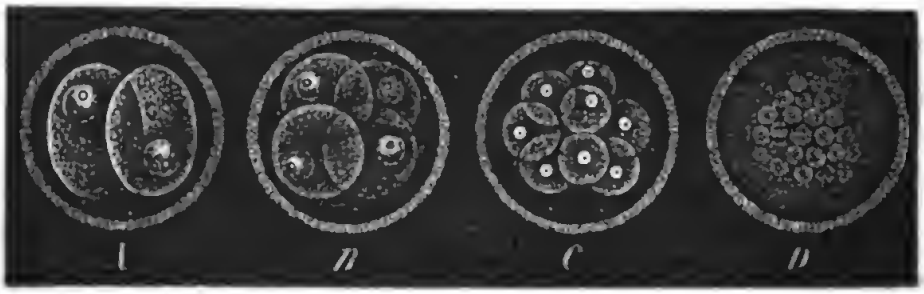


Fig. 4. Erſter Beginn der Entwickelung des Säugethiereies, ſogenannte „Eifurchung" (Fortpflanzung der Eizelle durch wiederholte Selbſttheilung). Fig. 4 *A*. Das Ei zerfällt durch Bildung der erſten Furche in zwei Zellen. Fig. 4 *B*. Dieſe zerfallen durch Halbirung in 4 Zellen. Fig. 4 *C*. Dieſe letzteren ſind in 8 Zellen zerfallen. Fig. 4 *D*. Durch fortgeſetzte Theilung iſt ein kugeliger Haufen von zahlreichen Zellen entſtanden.

ſo beginnt dieſer Entwickelungsprozeß ſtets damit, daß die einfache Eizelle (Fig. 3) durch fortgeſetzte Selbſttheilung einen Zellenhaufen bildet (Fig. 4). Die äußere Hülle oder Zellhaut des kugeligen Eies bleibt ungetheilt. Zuerſt zerfällt der Zellenkern des Eies (das ſogenannte Keimbläschen) durch Selbſttheilung in zwei Kerne, dann folgt der Zellſtoff (der Dotter des Eies) nach (Fig. 4 A). In gleicher Weiſe zerfallen durch die fortgeſetzte Selbſttheilung die zwei Zellen in vier (Fig. 4 B), dieſe in acht Fig. 4 C), in ſechzehn, zweiunddreißig u. ſ. w., und es entſteht ſchließlich ein kugeliger Haufe von ſehr zahlreichen kleinen Zellen (Fig. 4 D), die nun durch weitere Vermehrung und ungleichartige Ausbildung (Arbeitstheilung) allmählich den zuſammengeſetzten mehrzelligen Organismus aufbauen. Jeder von uns hat im Beginne ſeiner individuellen Entwickelung denſelben, in Fig. 4 dargeſtellten Proceß durchgemacht. Das in Fig. 3 abgebildete Säuge-

thierei und die in Fig. 4 dargestellte Entwickelung desselben könnte eben so gut vom Menschen, als vom Affen, vom Hunde, vom Pferde oder irgend einem anderen placentalen Säugethier herrühren.

Wenn Sie nun zunächst nur diese einfachste Form der Fortpflanzung, die Selbsttheilung betrachten, so werden Sie es gewiß nicht wunderbar finden, daß die Theilproducte des ursprünglichen Organismus dieselben Eigenschaften besitzen, wie das elterliche Individuum. Sie sind ja Theilhälften des elterlichen Organismus, und da die Materie, der Stoff in beiden Hälften derselbe ist, da die beiden jungen Individuen gleich viel und gleich beschaffene Materie von dem elterlichen Individuum überkommen haben, so finden Sie es gewiß natürlich, daß auch die Lebenserscheinungen, die physiologischen Eigenschaften in den beiden Kindern dieselben sind. In der That sind in jeder Beziehung, sowohl hinsichtlich ihrer Form und ihres Stoffes, als hinsichtlich ihrer Lebenserscheinungen, die beiden Tochterzellen (wenigstens im Anfang) nicht von einander und von der Mutterzelle zu unterscheiden. Sie haben von ihr die gleiche Natur *geerbt*.

Nun findet sich aber dieselbe einfache Fortpflanzung durch Theilung nicht bloß bei den einfachen Zellen, sondern auch bei höher stehenden mehrzelligen Organismen, z. B. bei den Korallenthieren. Viele derselben, welche schon einen höheren Grad von Zusammensetzung und Organisation zeigen, pflanzen sich dennoch einfach durch Theilung fort. Hier zerfällt der ganze Organismus mit allen seinen Organen in zwei gleiche Hälften, sobald er durch Wachsthum ein gewisses Maß der Größe erreicht hat. Jede Hälfte ergänzt sich alsbald wieder durch Wachsthum zu einem vollständigen Individuum. Auch hier finden Sie es gewiß selbstverständlich, daß die beiden Theilproducte die Eigenschaften des elterlichen Organismus theilen, da sie ja selbst Substanzhälften desselben sind. Die Vererbung aller Eigenschaften der ursprünglichen Koralle auf ihre beiden, durch Wachsthum sich ergänzenden Hälften, hat gewiß nichts Befremdendes.

An die Fortpflanzung durch Theilung schließt sich zunächst die

Fortpflanzung durch Knospenbildung an. Diese Art der Monogonie ist außerordentlich weit verbreitet. Sie findet sich sowohl bei den einfachen Zellen (obwohl seltener), als auch bei den aus vielen Zellen zusammengesetzten höheren Organismen. Ganz allgemein verbreitet ist die Knospenbildung im Pflanzenreich, seltener im Thierreich. Jedoch kommt sie auch hier in dem Stamme der Pflanzenthiere, insbesondere bei den Korallen und bei einem großen Theile der Hydromeduſen sehr häufig vor, ferner auch bei einem Theile der Würmer (Plattwürmern, Ringelwürmern, Moosthieren und Manthelthieren). Die meisten verzweigten Thierstöcke, welche auch äußerlich den verzweigten Pflanzenstöcken so ähnlich sind, entstehen gleich diesen durch Knospenbildung.

Die Fortpflanzung durch Knospenbildung (Gemmatio) unterscheidet sich von der Fortpflanzung durch Theilung wesentlich dadurch, daß die beiden, durch Knospung neu erzeugten Organismen nicht von gleichem Alter, und daher anfänglich auch nicht von gleichem Werthe sind, wie es bei der Theilung der Fall ist. Bei der letzteren können wir offenbar keines der beiden neu erzeugten Individuen als das elterliche, als das erzeugende ansehen, weil beide ja gleichen Antheil an der Zusammensetzung des ursprünglichen, elterlichen Individuums haben. Wenn dagegen ein Organismus eine Knospe treibt, so ist die letztere das Kind des ersteren. Beide Individuen sind von ungleichem Alter und daher zunächst auch von ungleicher Größe und ungleichem Formwerth. Wenn z. B. eine Zelle durch Knospenbildung sich fortpflanzt, so sehen wir nicht, daß die Zelle in zwei gleiche Hälften zerfällt, sondern es bildet sich an einer Stelle eine Hervorragung, welche größer und größer wird, und welche sich mehr oder weniger von der elterlichen Zelle absondert und nun selbstständig wächst. Ebenso bemerken wir bei der Knospenbildung einer Pflanze oder eines Thieres, daß an einer Stelle des ausgebildeten Individuums eine kleine locale Wucherung entsteht, welche größer und größer wird, und ebenfalls durch selbstständiges Wachsthum sich mehr oder weniger von dem elterlichen Organismus absondert. Die Knospe

kann, nachdem sie eine gewisse Größe erlangt hat, entweder vollkommen von dem Elternindividuum sich ablösen, oder sie kann mit diesem im Zusammenhang bleiben und einen Stock bilden, dabei aber doch ganz selbstständig weiter leben. Während das Wachsthum, welches die Fortpflanzung einleitet, bei der Theilung ein totales ist und den ganzen Körper betrifft, ist dasselbe dagegen bei der Knospenbildung ein partielles und betrifft nur einen Theil des elterlichen Organismus. Aber auch hier werden Sie es wieder sehr natürlich finden, daß die Knospe, das neu erzeugte Individuum, welches mit dem elterlichen Organismus so lange im unmittelbarsten Zusammenhang steht und aus diesem hervorgeht, dieselben Eigenschaften zeigt, wie der letztere. Denn auch die Knospe ist ursprünglich ein Theil des Leibes, von dem sie erzeugt wurde, und Sie können sich nicht darüber wundern, daß dieselbe die ursprünglich eingeschlagene Bildungsrichtung verfolgt und alle wesentlichen Eigenschaften durch Vererbung von dem Elternindividuum überkömmt.

An die Knospenbildung schließt sich unmittelbar eine dritte Art der ungeschlechtlichen Fortpflanzung an, diejenige durch Keimknospenbildung (Polysporogonia). Bei niederen, unvollkommenen Organismen, unter den Thieren insbesondere bei den Pflanzenthieren und Würmern, finden Sie sehr häufig, daß im Innern eines aus vielen Zellen zusammengesetzten Individuums eine kleine Zellengruppe von den umgebenden Zellen sich absondert, uud daß diese kleine isolirte Zellengruppe allmählich zu einem Individuum heranwächst, welches dem elterlichen ähnlich wird, und früher oder später aus diesem heraustritt. So entstehen z. B. im Körper der Saugwürmer (Trematoden) oft zahlreiche, aus vielen Zellen zusammengesetzte Körperchen, Keimknospen oder Polysporen, welche sich schon frühzeitig ganz von dem Elternkörper absondern und diesen verlassen, nachdem sie einen gewissen Grad selbstständiger Ausbildung erreicht haben. Auch hier vererben sich die specifischen Eigenschaften des zeugenden Individuums auf die Keimknospen, obwohl diese sich viel früher absondern und selbstständig wachsen, als es bei den Knospen der Fall ist.

Digitized by Google

Offenbar ist die Keimknospenbildung von der echten Knospenbildung nur wenig verschieden. Andrerseits aber berührt sie sich mit einer vierten Form der ungeschlechtlichen Fortpflanzung, welche beinahe schon zur geschlechtlichen Zeugung hinüberführt, nämlich mit der Keimzellenbildung (Monosporogonia), welche auch oft schlechtweg die Sporenbildung (Sporogonia) genannt wird. Hier ist es nicht mehr eine Zellengruppe, sondern eine einzelne Zelle, welche sich im Innern des zeugenden Organismus von den umgebenden Zellen absondert, und sich erst weiter entwickelt, nachdem sie aus jenem ausgetreten ist. Nachdem diese Keimzelle oder Monospore (gewöhnlich kurzweg Spore genannt) das Elternindividuum verlassen hat, vermehrt sie sich durch Theilung und bildet so einen vielzelligen Organismus, welcher durch Wachsthum und allmähliche Ausbildung die erblichen Eigenschaften des elterlichen Organismus erlangt. So geschieht es sehr allgemein bei den niederen Pflanzen (Kryptogamen).

Obwohl die Keimzellenbildung der Keimknospenbildung sehr nahe steht, entfernt sie sich doch offenbar von dieser, wie von den vorher angeführten anderen Formen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung sehr wesentlich dadurch, daß nur ein ganz kleiner Theil des zeugenden Organismus die Fortpflanzung und somit auch die Vererbung vermittelt. Bei der Selbsttheilung, wo der ganze Organismus in zwei Hälften zerfällt, bei der Knospenbildung und Keimknospenbildung, wo ein ansehnlicher und bereits mehr oder minder entwickelter Körpertheil von dem zeugenden Individuum sich absondert, finden wir es sehr begreiflich, daß Formen und Lebenserscheinungen in dem zeugenden und dem erzeugten Organismus dieselben sind. Viel schwieriger ist es schon bei der Keimzellenbildung zu begreifen, wie dieser ganz kleine, ganz unentwickelte Körpertheil, diese einzelne Zelle, nicht bloß gewisse elterliche Eigenschaften unmittelbar mit in ihre selbstständige Existenz hinübernimmt, sondern auch nach ihrer Trennung vom elterlichen Individuum sich zu einem mehrzelligen Körper entwickelt, und in diesem die Formen und die Lebenserscheinungen des ursprünglichen, zeugenden Organismus wieder zu Tage treten läßt. Diese letzte Form der monogenen Fort-

pflanzung, die Keimzellen- oder Sporenbildung, führt uns hierdurch bereits unmittelbar zu der am ſchwierigſten zu erklärenden Form der Fortpflanzung, zur geſchlechtlichen Zeugung, hinüber.

Die geſchlechtliche (amphigone oder ſexuelle) Zeugung (Amphigonia) iſt die gewöhnliche Fortpflanzungsart bei allen höheren Thieren und Pflanzen. Offenbar hat ſich dieſelbe erſt ſehr ſpät im Verlaufe der Erdgeſchichte aus der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung, und zwar zunächſt aus der Keimzellenbildung entwickelt. In den früheſten Perioden der organiſchen Erdgeſchichte pflanzten ſich alle Organismen nur auf ungeſchlechtlichem Wege fort, wie es gegenwärtig noch zahlreiche niedere Organismen thun, insbeſondere alle diejenigen, welche auf der niedrigſten Stufe der Organiſation ſtehen, welche man weder als Thiere noch als Pflanzen mit vollem Rechte betrachten kann, und welche man daher am beſten als Urweſen oder Protiſten aus dem Thier- und Pflanzenreich ausſcheidet. Allein bei den höheren Thieren und Pflanzen erfolgt gegenwärtig die Vermehrung der Individuen in der Regel auf dem Wege der geſchlechtlichen Fortpflanzung, und bei der Wichtigkeit dieſer hervorragenden Erſcheinung müſſen wir dieſelbe hier näher in's Auge faſſen.

Während bei allen vorhin erwähnten Hauptformen der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung, bei der Theilung, Knospenbildung, Keimknospenbildung und Keimzellenbildung, die abgeſonderte Zelle oder Zellengruppe für ſich allein im Stande war, ſich zu einem neuen Individuum auszubilden, ſo muß dieſelbe dagegen bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung erſt durch einen anderen Zeugungsſtoff befruchtet werden. Der befruchtende männliche Samen muß ſich erſt mit der weiblichen Keimzelle, dem Ei, vermiſchen, ehe ſich dieſes zu einem neuen Individuum entwickeln kann. Dieſe beiden verſchiedenen Zeugungsſtoffe, der männliche Samen und das weibliche Ei, werden entweder von einem und demſelben Individuum erzeugt (Hermaphroditismus) oder von zwei verſchiedenen Individuen (Gonochorismus) (Gen. Morph. II., 58—59).

Die einfachere und ältere Form der geſchlechtlichen Fortpflanzung

iſt die Zwitterbildung (Hermaphroditismus). Sie findet ſich bei der großen Mehrzahl der Pflanzen, aber nur bei einer großen Minderzahl der Thiere, z. B. bei den Gartenſchnecken, Blutegeln, Regenwürmern und vielen andern Würmern. Jedes einzelne Individuum erzeugt als Zwitter (Hermaphroditus) in ſich beiderlei Geſchlechtsſtoffe, Eier und Samen. Bei den meiſten höheren Pflanzen enthält jede Blüthe ſowohl die männlichen Organe (Staubfäden und Staubbeutel) als die weiblichen Organe (Griffel und Fruchtknoten). Jede Gartenſchnecke erzeugt an einer Stelle ihrer Geſchlechtsdrüſe Eier, an einer andern Samen. Viele Zwitter können ſich ſelbſt befruchten; bei andern dagegen iſt eine Copulation und gegenſeitige Befruchtung zweier Zwitter nothwendig, um die Eier zur Entwickelung zu veranlaſſen. Dieſer letztere Fall iſt offenbar ſchon der Uebergang zur Geſchlechtstrennung.

Die Geſchlechtstrennung (Gonochorismus), die verwickeltere von beiden Arten der geſchlechtlichen Zeugung, hat ſich offenbar erſt in einer viel ſpäteren Zeit der organiſchen Erdgeſchichte aus der Zwitterbildung entwickelt. Sie iſt gegenwärtig die allgemeine Fortpflanzungsart der höheren Thiere, findet ſich dagegen nur bei einer geringeren Anzahl von Pflanzen (z. B. manchen Waſſerpflanzen, Hydrocharis, Vallisneria) und Bäumen (Weiden, Pappeln). Jedes organiſche Individuum als Nichtzwitter (Gonochoristus) erzeugt in ſich nur einen von beiden Zeugungsſtoffen, entweder männlichen oder weiblichen. Die weiblichen Individuen bilden bei den Thieren Eier, bei den Pflanzen den Eiern entſprechende Zellen (Embryobläschen bei den Phanerogamen, Archegoniumcentralzellen bei den höheren Kryptogamen). Die männlichen Individuen ſondern bei den Thieren den befruchtenden Samen (Sperma) ab, bei den Pflanzen dem Sperma entſprechende Körperchen (Pollenkörner oder Blüthenſtaub bei den Phanerogamen, bei den Kryptogamen ein Sperma, welches gleich demjenigen der meiſten Thiere aus lebhaft beweglichen, in einer Flüſſigkeit ſchwimmenden Fäden beſteht).

Eine intereſſante Uebergangsform von der geſchlechtlichen Zeu-

gung zu der (dieser nächststehenden) ungeschlechtlichen Keimzellenbildung bietet die sogenannte jungfräuliche Zeugung (Parthenogenesis) dar, welche bei den Insecten in neuerer Zeit vielfach beobachtet worden ist. Hier werden Keimzellen, die sonst den Eizellen ganz ähnlich erscheinen und ebenso gebildet werden, fähig, zu neuen Individuen sich zu entwickeln, ohne des befruchtenden Samens zu bedürfen. Die merkwürdigsten und lehrreichsten von den verschiedenen parthenogenetischen Erscheinungen bieten uns diejenigen Fälle, in denen dieselben Keimzellen, je nachdem sie befruchtet werden oder nicht, verschiedene Individuen erzeugen. Bei unseren gewöhnlichen Honigbienen entsteht aus den Eiern der Königin ein männliches Individuum, wenn das Ei nicht befruchtet wird, ein weibliches, wenn das Ei befruchtet wird, eine Erscheinung, die schon dem Aristoteles bekannt gewesen zu sein scheint, die aber neuerdings erst wieder vollkommen festgestellt wurde. Es zeigt sich hier deutlich, daß in der That eine tiefe Kluft zwischen geschlechtlicher und geschlechtsloser Zeugung nicht existirt, daß beide Formen vielmehr unmittelbar zusammenhängen. Offenbar ist die geschlechtliche Zeugung, die als ein so wunderbarer, räthselhafter Vorgang erscheint, erst in sehr später Zeit aus gewissen Formen der ungeschlechtlichen Zeugung hervorgegangen. Wenn wir aber bei der letzteren die Vererbung als eine nothwendige Theilerscheinung der Fortpflanzung betrachten müssen, so werden wir das auch bei der ersteren können.

In allen verschiedenen Fällen der Fortpflanzung ist das Wesentliche dieses Vorgangs immer die Ablösung eines Theiles des elterlichen Organismus und die Befähigung desselben zur individuellen, selbstständigen Existenz. In allen Fällen dürfen wir daher von vornherein schon erwarten, daß die kindlichen Individuen, die ja, wie man sich ausdrückt, Fleisch und Bein der Eltern sind, zugleich immer dieselben Lebenserscheinungen und Formeigenschaften erlangen werden, welche die elterlichen Individuen besitzen. Immer ist es nur eine größere oder geringere Quantität von der elterlichen Materie, und zwar von dem eiweißartigen Protoplasma oder Zellstoff, welche auf das kind-

liche Individuum übergeht. Mit der Materie werden aber auch deren Lebenseigenſchaften, die molekularen Bewegungen des Plasma, übertragen, welche ſich dann in ihrer Form äußern. Wenn Sie ſich die angeführte Kette von verſchiedenen Fortpflanzungsformen in ihrem Zuſammenhange vor Augen ſtellen, ſo verliert die Vererbung durch geſchlechtliche Zeugung ſehr Viel von dem Räthſelhaften und Wunderbaren, das ſie auf den erſten Blick für den Laien beſitzt. Es erſcheint anfänglich höchſt wunderbar, daß bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung des Menſchen, wie aller höheren Thiere, das kleine Ei, eine für das bloße Auge oft kaum ſichtbare Zelle (beim Menſchen und den anderen Säugethieren nur von $\frac{1}{10}$ Linie Durchmeſſer) im Stande iſt, alle Eigenſchaften des mütterlichen Organismus auf den kindlichen zu übertragen; und nicht weniger räthſelhaft muß es erſcheinen, daß zugleich die weſentlichen Eigenſchaften des väterlichen Organismus auf den kindlichen übertragen werden vermittelſt des männlichen Sperma, welches die Eizelle befruchtete, vermittelſt einer ſchleimigen Maſſe, in der ſehr feine Eiweißfäden, die Samenfäden, ſich umherbewegen. Sobald Sie aber jene zuſammenhängende Stufenleiter der verſchiedenen Fortpflanzungsarten vergleichen, bei welcher der kindliche Organismus als überſchüſſiges Wachsthumsproduct des Elternindividuums ſich immer mehr von erſterem abſondert, und immer frühzeitiger die ſelbſtſtändige Laufbahn betritt; ſobald Sie zugleich erwägen, daß auch das Wachsthum und die Ausbildung jedes höheren Organismus bloß auf der Vermehrung der ihn zuſammenſetzenden Zellen, auf der einfachen Fortpflanzung durch Theilung beruht, ſo wird es Ihnen klar, daß alle dieſe merkwürdigen Vorgänge in eine Reihe gehören, und daß überall die Uebertragung eines Theiles der elterlichen Materie auf den kindlichen Organismus einzig und allein die Urſache der Vererbung, die mechaniſche Urſache der Uebertragung auch der Formen und Lebenserſcheinungen vom zeugenden auf den erzeugten Organismus iſt.

Das Leben jedes organiſchen Individuums iſt Nichts weiter, als eine zuſammenhängende Kette von ſehr verwickelten materiellen Bewe-

gungserscheinungen. Die specifisch bestimmte Richtung dieser gleichartigen, anhaltenden, immanenten Lebensbewegung wird in jedem Organismus durch die materielle Beschaffenheit, durch die chemische Mischung des eiweißartigen Zeugungsstoffes bedingt, welcher ihm den Ursprung gab. Bei dem Menschen, wie bei den höheren Thieren, welche geschlechtlich sich fortpflanzen, beginnt die individuelle Lebensbewegung in dem Momente, in welchem die Eizelle von den Samenfäden des Sperma befruchtet wird, in welchem beide Zeugungsstoffe sich thatsächlich vermischen, und hier wird nun die Richtung der Lebensbewegung durch die specifische, oder richtiger individuelle Beschaffenheit sowohl des Samens als des Eies bestimmt. Ueber die rein mechanische, materielle Natur dieses Vorgangs kann kein Zweifel sein. Aber staunend und bewundernd müssen wir hier vor der unendlichen, für uns unfaßbaren Feinheit der eiweißartigen Materie still stehen. Staunen müssen wir über die unleugbare Thatsache, daß die einfache Eizelle der Mutter, der einzige Samenfaden des Vaters die individuelle Lebensbewegung dieser beiden Individuen so genau auf das Kind überträgt, daß nachher die feinsten körperlichen und geistigen Eigenthümlichkeiten der beiden Eltern an diesem wieder zum Vorschein kommen.

Hier stehen wir vor einer mechanischen Naturerscheinung, von welcher Virchow, der geistvolle Begründer der „Cellularpathologie", mit vollem Rechte sagt: „Wenn der Naturforscher dem Gebrauche der Geschichtschreiber und Kanzelredner zu folgen liebte, ungeheure und in ihrer Art einzige Erscheinungen mit dem hohlen Gepränge schwerer und tönender Worte zu überziehen, so wäre hier der Ort dazu; denn wir sind an eines der großen Mysterien der thierischen Natur getreten, welche die Stellung des Thieres gegenüber der ganzen übrigen Erscheinungswelt enthalten. Die Frage von der Zellenbildung, die Frage von der Erregung anhaltender gleichartiger Bewegung, endlich die Fragen von der Selbstständigkeit des Nervensystems und der Seele — das sind die großen Aufgaben, an denen der Menschengeist seine Kraft mißt. Die Beziehung des Mannes und des Weibes zur Eizelle zu er-

kennen, heißt faſt ſo viel, als alle jene Myſterien löſen. Die Entſtehung und Entwickelung der Eizelle im mütterlichen Körper, die Uebertragung körperlicher und geiſtiger Eigenthümlichkeiten des Vaters durch den Samen auf dieſelbe, berühren alle Fragen, welche der Menſchengeiſt je über des Menſchen Sein aufgeworfen hat." Und, fügen wir hinzu, ſie löſen dieſe höchſten Fragen mittelſt der Deſcendenztheorie in rein mechaniſchem, rein moniſtiſchem Sinne!

Daß alſo auch bei der geſchlechtlichen Fortpflanzung des Menſchen und aller höheren Organismen die Vererbung, ein rein mechaniſcher Vorgang, unmittelbar durch den materiellen Zuſammenhang des zeugenden und des gezeugten Organismus bedingt iſt, ebenſo wie bei der einfachſten ungeſchlechtlichen Fortpflanzung der niederen Organismen, darüber kann kein Zweifel mehr ſein. Doch will ich Sie bei dieſer Gelegenheit ſogleich auf einen wichtigen Unterſchied aufmerkſam machen, welchen die Vererbung bei der geſchlechtlichen und bei der ungeſchlechtlichen Fortpflanzung darbietet. Es iſt eine längſt bekannte Thatſache, daß die individuellen Eigenthümlichkeiten des zeugenden Organismus viel genauer durch die ungeſchlechtliche als durch die geſchlechtliche Fortpflanzung auf das erzeugte Individuum übertragen werden. Die Gärtner machen von dieſer Thatſache ſchon lange vielfach Gebrauch. Wenn z. B. in einem Garten zufällig ein einzelnes Individuum von einer Baumart, welche ſonſt ſteife, aufrecht ſtehende Aeſte und Zweige trägt, herabhängende Zweige bekömmt, ſo kann der Gärtner in der Regel dieſe Eigenthümlichkeit nicht durch geſchlechtliche, ſondern nur durch ungeſchlechtliche Fortpflanzung vererben. Die von einem ſolchen Trauerbaum abgeſchnittenen Zweige, als Stecklinge gepflanzt, bilden ſpäterhin Bäume, welche ebenfalls hängende Aeſte haben, wie z. B. die Trauerweiden, Trauerbuchen. Samenpflanzen dagegen, welche man aus den Samen eines ſolchen Trauerbaumes zieht, erhalten in der Regel wieder die urſprüngliche, ſteife und aufrechte Zweigform der Voreltern. In ſehr auffallender Weiſe kann man daſſelbe auch an den ſogenannten „Blutbäumen" wahrnehmen, d. h. Spielarten von Bäumen, welche ſich durch rothe oder rothbraune

Farbe der Blätter auszeichnen. Abkömmlinge von solchen Blutbäumen (z. B. Blutbuchen), welche man durch ungeschlechtliche Fortpflanzung, durch Stecklinge von Knospen und Zweigen erzeugt, zeigen die eigenthümliche Farbe und Beschaffenheit der Blätter, welche das elterliche Individuum auszeichnet, während andere, aus den Samen der Blutbäume gezogene Individuen in die grüne Blattfarbe zurückschlagen.

Dieser Unterschied in der Vererbung wird Ihnen sehr natürlich vorkommen, sobald Sie erwägen, daß der materielle Zusammenhang zwischen zeugenden und erzeugten Individuen bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung viel inniger ist und viel länger dauert, als bei der geschlechtlichen. Auch geht bei der letzteren ein viel kleineres Stück der elterlichen Materie auf den kindlichen Organismus über, als bei der ersteren. Die individuelle Richtung der Lebensbewegung kann sich daher bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung viel länger und gründlicher in dem kindlichen Organismus befestigen, und viel strenger vererben. Alle diese Erscheinungen im Zusammenhang betrachtet bezeugen klar, daß die Vererbung der körperlichen und geistigen Eigenschaften ein rein materieller, mechanischer Vorgang ist. Durch die Fortpflanzung wird eine größere oder geringere Quantität eiweißartiger Stofftheilchen, und damit zugleich die diesen Plasma-Molekeln anhaftende individuelle Bewegungsform vom elterlichen Organismus auf den kindlichen übertragen, und das ist die einzige Ursache der Aehnlichkeit zwischen Beiden. Sie erklären uns hinlänglich, warum auch die feineren Eigenthümlichkeiten, die an der Materie des elterlichen Organismus haften, früher oder später an der Materie des kindlichen Organismus wieder erscheinen.

Digitized by Google

Neunter Vortrag.

Vererbungsgesetze. Anpassung und Ernährung.

Unterscheidung der erhaltenden und fortschreitenden Vererbung. Gesetze der erhaltenden oder conservativen Erblichkeit: Vererbung ererbter Charaktere. Ununterbrochene oder continuirliche Vererbung. Unterbrochene oder latente Vererbung. Generationswechsel. Rückschlag. Verwilderung. Geschlechtliche oder sexuelle Vererbung. Secundäre Sexualcharaktere. Gemischte oder amphigone Vererbung. Bastardzeugung. Abgekürzte oder vereinfachte Vererbung. Gesetze der fortschreitenden oder progressiven Erblichkeit: Vererbung erworbener Charaktere. Angepaßte oder erworbene Vererbung. Befestigte oder constituirte Vererbung. Gleichzeitliche oder homochrone Vererbung. Gleichörtliche oder homotope Vererbung. Anpassung und Veränderlichkeit. Zusammenhang der Anpassung und der Ernährung. Unterscheidung der indirecten und directen Anpassung.

Meine Herren! Von den beiden allgemeinen Lebensthätigkeiten der Organismen, der Anpassung und der Vererbung, welche in ihrer Wechselwirkung die verschiedenen Organismenarten hervorbringen, haben wir im letzten Vortrage die Vererbung betrachtet und wir haben versucht, diese in ihren Wirkungen so räthselhafte Lebensthätigkeit zurückzuführen auf eine andere physiologische Function der Organismen, auf die Fortpflanzung. Diese beruht ihrerseits wieder, wie alle anderen Lebenserscheinungen der Thiere und Pflanzen, auf physikalischen und chemischen Verhältnissen, welche allerdings bisweilen äußerst verwickelt erscheinen, dennoch aber im Grunde auf einfache, mecha-

nische Ursachen, auf Anziehungs- und Abstoßungsverhältnisse der Stofftheilchen, auf Bewegungserscheinungen der Materie zurückzuführen sind.

Bevor wir nun zur zweiten, der Vererbung entgegenwirkenden Function, der Erscheinung der Anpassung oder Abänderung übergehen, erscheint es zweckmäßig, zuvor noch einen Blick auf die verschiedenen Aeußerungsweisen der Erblichkeit zu werfen, welche man vielleicht schon jetzt als „Vererbungsgesetze" aufstellen kann. Leider ist für diesen so außerordentlich wichtigen Gegenstand sowohl in der Zoologie, als auch in der Botanik, bisher nur sehr Wenig geschehen, und fast Alles, was man von den verschiedenen Vererbungsgesetzen weiß, beruht auf den Erfahrungen der Landwirthe und der Gärtner. Daher ist es nicht zu verwundern, daß im Ganzen diese äußerst interessanten und wichtigen Erscheinungen nicht mit der wünschenswerthen wissenschaftlichen Schärfe untersucht und in die Form von naturwissenschaftlichen Gesetzen gebracht worden sind. Was ich Ihnen demnach im Folgenden von den verschiedenen Vererbungsgesetzen mittheilen werde, sind nur einige Bruchstücke, die vorläufig aus dem unendlich reichen Schatz, welcher für die Erkenntniß hier offen liegt, herausgenommen werden.

Wir können zunächst alle verschiedenen Erblichkeitserscheinungen in zwei Gruppen bringen, welche wir als Vererbung ererbter Charactere und Vererbung erworbener Charaktere unterscheiden; und wir können die erstere als die erhaltende (conservative) Vererbung, die zweite als die fortschreitende (progressive) Vererbung bezeichnen. Diese Unterscheidung beruht auf der äußerst wichtigen Thatsache, daß die Einzelwesen einer jeden Art von Thieren und Pflanzen nicht allein diejenigen Eigenschaften auf ihre Nachkommen vererben können, welche sie selbst von ihren Vorfahren ererbt haben, sondern auch die eigenthümlichen, individuellen Eigenschaften, die sie erst während ihres Lebens erworben haben. Diese letzteren werden durch die fortschreitende, die ersteren durch die erhaltende Erblichkeit übertragen. Zunächst haben wir nun hier die Erscheinungen der conservativen

Digitized by Google

oder erhaltenden Vererbung zu unterſuchen, d. h. der Vererbung ſolcher Eigenſchaften, welcher der betreffende Organismus ſelbſt von ſeinen Eltern oder Vorfahren ſchon erhalten hat (Gen. Morph. II, 180).

Unter den Erſcheinungen der conſervativen Vererbung tritt uns zunächſt als das allgemeinſte Geſetz dasjenige entgegen, welches wir das Geſetz der ununterbrochenen oder continuirlichen Vererbung nennen können. Daſſelbe hat unter den höheren Thieren und Pflanzen ſo allgemeine Gültigkeit, daß der Laie zunächſt ſeine Wirkſamkeit überſchätzen und es für das einzige, allein maßgebende Vererbungsgeſetz halten dürfte. Es beſteht dieſes Geſetz einfach darin, daß innerhalb der meiſten Thier- oder Pflanzenarten jede Generation im Ganzen der andern gleich iſt, daß die Eltern ebenſo den Großeltern, wie den Kindern ähnlich ſind. „Gleiches erzeugt Gleiches", ſagt man gewöhnlich, richtiger aber: „Aehnliches erzeugt Aehnliches". Denn in der That ſind die Nachkommen oder Deſcendenten eines jeden Organismus demſelben niemals in allen Stücken abſolut gleich, ſondern immer nur in einem mehr oder weniger hohen Grade ähnlich. Dieſes Geſetz iſt ſo allgemein bekannt, daß ich keine Beiſpiele dafür anzuführen brauche.

In einem gewiſſen Gegenſatze zu demſelben ſteht das Geſetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung, welche man auch als abwechſelnde oder alternirende Vererbung bezeichnen könnte. Dieſes wichtige Geſetz erſcheint hauptſächlich in Wirkſamkeit bei vielen niederen Thieren und Pflanzen, und äußert ſich hier, im Gegenſatz zu dem erſteren, darin, daß die Kinder den Eltern nicht gleich, ſondern ſehr unähnlich ſind, und daß erſt die dritte oder eine ſpätere Generation der erſten wieder ähnlich wird. Die Enkel ſind den Großeltern gleich, den Eltern aber ganz unähnlich. Es iſt das eine merkwürdige Erſcheinung, welche bekanntermaßen in geringerem Grade auch in den menſchlichen Familien ſehr häufig auftritt. Zweifelsohne wird Jeder von Ihnen einzelne Familienglieder kennen, welche in dieſer oder jener Eigenthümlichkeit viel mehr dem Großvater oder der

Großmutter, als dem Vater oder der Mutter gleichen. Bald sind es körperliche Eigenschaften, z. B. Gesichtszüge, Haarfarbe, Körpergröße, bald geistige Eigenheiten, z. B. Temperament, Energie, Verstand, welche in dieser Art sprungweise vererbt werden. Ebenso wie beim Menschen können Sie diese Thatsache bei den Hausthieren beobachten. Bei den am meisten veränderlichen Hausthieren, beim Hund, Pferd, Rind, machen die Thierzüchter sehr häufig die Erfahrung, daß ihr Züchtungsproduct mehr dem großelterlichen, als dem elterlichen Organismus ähnlich ist. Wollen Sie dies Gesetz allgemein ausdrücken, und die Reihe der Generationen mit den Buchstaben des Alphabets bezeichnen, so wird A = C = E, ferner B = D = F u. s. f.

Noch viel auffallender, als bei den höheren, tritt Ihnen bei den niederen Thieren und Pflanzen diese sehr merkwürdige Thatsache entgegen, und zwar in dem berühmten Phänomen des Generationswechsels (Metagenesis). Hier finden Sie sehr häufig z. B. unter den Plattwürmern, Mantelthieren, Pflanzenthieren, ferner unter den Farnkräutern und Moosen, daß das organische Individuum bei der Fortpflanzung zunächst eine Form erzeugt, die gänzlich von der Elternform verschieden ist, und daß erst die Nachkommen dieser Generation der ersten wieder ähnlich werden. Dieser regelmäßige Generationswechsel wurde 1819 von dem Dichter Chamisso auf seiner Weltumsegelung bei den Salpen entdeckt, cylindrischen und glasartig durchsichtigen Mantelthieren, welche an der Oberfläche des Meeres schwimmen. Hier erzeugt die größere Generation, welche als Einsiedler lebt und ein hufeisenförmiges Auge besitzt, auf ungeschlechtlichem Wege (durch Knospenbildung) eine gänzlich verschiedene kleinere Generation. Die Individuen dieser zweiten kleineren Generation leben in Ketten vereinigt und besitzen ein kegelförmiges Auge. Jedes Individuum einer solchen Kette erzeugt auf geschlechtlichem Wege (als Zwitter) wiederum einen geschlechtslosen Einsiedler der ersten, größeren Generation. Es ist also hier bei den Salpen immer die erste, dritte, fünfte Generation, und ebenso die zweite, vierte, sechste Generation einander ganz ähnlich. Nun ist es aber nicht immer bloß

ed by Google

eine Generation, die so überschlagen wird, sondern in anderen Fällen auch mehrere, so daß also die erste Generation der vierten, siebenten u. s. w. gleicht, die zweite der fünften und achten, die dritte der sechsten und neunten, und so weiter fort. Drei in dieser Weise verschiedene Generationen wechseln z. B. bei den zierlichen Seetönnchen (Doliolum) mit einander ab, kleinen Mantelthieren, welche den Salpen nahe verwandt sind. Hier ist A=D=G, ferner B=E=H, und C=F=I. Bei den Blattläusen folgt auf jede geschlechtliche Generation eine Reihe von acht bis zehn bis zwölf ungeschlechtlichen Generationen, die unter sich ähnlich und von der geschlechtlichen verschieden sind. Dann tritt erst wieder eine geschlechtliche Generation auf, die der längst verschwundenen gleich ist.

Wenn Sie dieses merkwürdige Gesetz der latenten oder unterbrochenen Vererbung weiter verfolgen und alle dahin gehörigen Erscheinungen zusammenfassen, so können Sie auch die bekannten Erscheinungen des Rückschlags darunter begreifen. Unter Rückschlag oder Atavismus versteht man die allen Thierzüchtern bekannte merkwürdige Thatsache, daß bisweilen einzelne Thiere eine Form annehmen, welche schon seit vielen Generationen nicht vorhanden war, welche einer längst entschwundenen Generation angehört. Eines der merkwürdigsten hierher gehörigen Beispiele ist die Thatsache, daß bei einzelnen Pferden bisweilen ganz charakteristische dunkle Streifen auftreten, ähnlich denen des Zebra, Quagga und anderer wilden Pferdearten Africas. Hauspferde von den verschiedensten Rassen und von allen Farben zeigen bisweilen solche dunkle Streifen, z. B. einen Längsstreifen des Rückens, Querstreifen der Schultern und der Beine u. s. w. Die plötzliche Erscheinung dieser Streifen läßt sich nur erklären als eine Wirkung der latenten Vererbung, als ein Rückschlag in die längst verschwundene uralte gemeinsame Stammform aller Pferdearten, welche zweifelsohne gleich den Zebras, Quaggas u. s. w. gestreift war. Ebenso erscheinen auch bei andern Hausthieren oft plötzlich gewisse Eigenschaften wieder, welche ihre längst ausgestorbenen wilden Stammeltern auszeichneten. Auch unter den Pflanzen kann

man den Rückschlag sehr häufig beobachten. Sie kennen wohl Alle das wilde gelbe Löwenmaul (Linaria vulgaris), eine auf unsern Aeckern und Wegen sehr gemeine Pflanze. Die rachenförmige gelbe Blüthe derselben enthält zwei lange und zwei kurze Staubfäden. Bisweilen aber erscheint eine einzelne Blüthe (Peloria), welche trichterförmig und ganz regelmäßig aus fünf einzelnen gleichen Abschnitten zusammengesetzt ist, mit fünf gleichartigen Staubfäden. Diese Peloria können wir nur erklären als einen Rückschlag in die längst entschwundene uralte gemeinsame Stammform aller derjenigen Pflanzen, welche gleich dem Löwenmaul eine rachenförmige zweilippige Blüthe mit zwei langen und zwei kurzen Staubfäden besitzen. Jene Stammform besaß gleich der Peloria eine regelmäßige fünftheilige Blüthe mit fünf gleichen, später erst allmählich ungleich werdenden Staubfäden (Vergl. oben S. 14, 16). Alle solche Rückschläge sind unter das Gesetz der unterbrochenen oder latenten Vererbung zu bringen, wenn gleich die Zahl der Generationen, die übersprungen wird, ganz ungeheuer groß sein kann.

Wenn Culturpflanzen oder Hausthiere verwildern, wenn sie den Bedingungen des Culturlebens entzogen werden, so gehen sie Veränderungen ein, welche nicht als bloße Anpassung an die neuerworbene Lebensweise erscheinen, sondern als Rückschlag in die uralte Stammform, aus welcher die Culturformen erzogen worden sind. So kann man die verschiedenen Sorten des Kohls, die ungemein in ihrer Form verschieden sind, durch absichtliche Verwilderung allmählich auf die ursprüngliche Stammform zurückführen. Ebenso schlagen die verwildernden Hunde, Pferde, Rinder u. s. w. oft mehr oder weniger in die längst ausgestorbene Generation zurück. Es kann eine erstaunlich lange Reihe von Generationen verfließen, ehe diese latente Vererbungskraft erlischt.

Als ein drittes Gesetz der erhaltenden oder conservativen Vererbung können wir das Gesetz der geschlechtlichen oder sexuellen Vererbung bezeichnen, nach welchem jedes Geschlecht auf seine Nachkommen desselben Geschlechts Eigenthümlichkeiten überträgt,

Digitized by Google

welche es nicht auf die Nachkommen des andern Geſchlechts vererbt. Die ſogenannten „ſecundären Sexualcharaktere", welche in mehrfacher Beziehung von außerordentlichem Intereſſe ſind, liefern für dieſes Geſetz überall zahlreiche Beiſpiele. Als untergeordnete oder ſecundäre Sexualcharaktere bezeichnet man ſolche Eigenthümlichkeiten des einen der beiden Geſchlechter, welche nicht unmittelbar mit den Geſchlechtsorganen ſelbſt zuſammenhängen. Solche Charaktere, welche bloß dem männlichen Geſchlecht zukommen, ſind z. B. das Geweih des Hirſches, die Mähne des Löwen, der Sporn des Hahns. Hierher gehört auch der menſchliche Bart, eine Zierde, welche gewöhnlich dem weiblichen Geſchlecht verſagt iſt. Aehnliche Charaktere, welche bloß das weibliche Geſchlecht auszeichnen, ſind z. B. die entwickelten Brüſte mit den Milchdrüſen der weiblichen Säugethiere, der Beutel der weiblichen Beutelthiere. Auch Körpergröße und Hautfärbung iſt bei den weiblichen Thieren vieler Arten abweichend. Alle dieſe ſecundären Geſchlechtseigenſchaften werden, ebenſo wie die Geſchlechtsorgane ſelbſt, vom männlichen Organismus nur auf den männlichen vererbt, und nicht auf den weiblichen, und umgekehrt. Die entgegengeſetzten Thatſachen ſind Ausnahmen von der Regel.

Ein viertes hierher gehöriges Vererbungsgeſetz ſteht in gewiſſem Sinne im Widerſpruch mit dem letzterwähnten, und beſchränkt daſſelbe, nämlich das Geſetz der gemiſchten oder beiderſeitigen (amphigonen) Vererbung. Dieſes Geſetz ſagt aus, daß ein jedes organiſche Individuum, welches auf geſchlechtlichem Wege erzeugt wird, von beiden Eltern Eigenthümlichkeiten annimmt, ſowohl vom Vater als von der Mutter. Dieſe Thatſache, daß von jedem der beiden Geſchlechter perſönliche Eigenſchaften auf alle, ſowohl männliche als weibliche Kinder übergehen, iſt ſehr wichtig. Goethe drückt ſie von ſich ſelbſt in dem hübſchen Verſe aus:

„Vom Vater hab ich die Statur, des Lebens ernſtes Führen,
„Vom Mütterchen die Frohnatur und Luſt zu fabuliren."

Dieſe Erſcheinung wird Ihnen allen ſo bekannt ſein, daß ich hier darauf nicht weiter einzugehen brauche. Durch den verſchiedenen

Antheil ihres Charakters, welchen Vater und Mutter auf ihre Kinder vererben, werden vorzüglich die individuellen Verſchiedenheiten der Geſchwiſter bedingt.

Unter dieſes Geſetz der gemiſchten oder amphigonen Vererbung gehört auch die ſehr wichtige und intereſſante Erſcheinung der Baſtardzeugung (Hybridismus). Richtig gewürdigt, genügt ſie allein ſchon vollſtändig, um das herrſchende Dogma von der Conſtanz der Arten zu widerlegen. Pflanzen ſowohl als Thiere, welche zwei ganz verſchiedenen Species angehören, können ſich mit einander geſchlechtlich vermiſchen und eine Nachkommenſchaft erzeugen, die in vielen Fällen ſich ſelbſt wieder fortpflanzen kann, und zwar entweder (häufiger) durch Vermiſchung mit einem der beiden Stammeltern, oder aber (ſeltener) durch reine Inzucht, indem Baſtard ſich mit Baſtard vermiſcht. Das letztere iſt z. B. bei den Baſtarden von Haſen und Kaninchen feſtgeſtellt (Lepus Darwinii, S. 131). Allbekannt ſind die Baſtarde zwiſchen Pferd und Eſel, zwei ganz verſchiedenen Arten einer Gattung (Equus). Dieſe Baſtarde ſind verſchieden, je nachdem der Vater oder die Mutter zu der einen oder zu der anderen Art, zum Pferd oder zum Eſel gehört. Das Maulthier (Mulus), welches von einer Pferdeſtute und einem Eſelhengſt erzeugt iſt, hat ganz andere Eigenſchaften als der Mauleſel (Hinnus), der Baſtard vom Pferdehengſt und der Eſelſtute. In jedem Fall iſt der Baſtard (Hybrida), der aus der Kreuzung zweier verſchiedener Arten erzeugte Organismus, eine Miſchform, welche Eigenſchaften von beiden Eltern angenommen hat; allein die Eigenſchaften des Baſtards ſind ganz verſchieden, je nach der Form der Kreuzung. So zeigen auch die Mulattenkinder, welche von einem Europäer mit einer Negerin erzeugt werden, eine andere Miſchung der Charaktere, als diejenigen Baſtarde, welche ein Neger mit einer Europäerin erzeugt. Bei dieſen Erſcheinungen der Baſtardzeugung ſind wir (wie bei den anderen vorher erwähnten Vererbungsgeſetzen) jetzt noch nicht im Stande, die bewirkenden Urſachen im Einzelnen nachzuweiſen. Aber kein Naturforſcher zweifelt daran, daß die Urſachen hier überall rein mechaniſch, in der Natur der organiſchen Materie

ſelbſt begründet ſind. Wenn wir feinere Unterſuchungsmittel als unſere groben Sinnesorgane und deren Hülfsmittel hätten, ſo würden wir jene mechaniſchen Urſachen erkennen, und ſicherlich auf die chemiſchen und phyſikaliſchen Eigenſchaften der Materie, aus welcher der Organismus beſteht, zurückführen können.

Als ein fünftes Geſetz müſſen wir nun unter den Erſcheinungen der conſervativen oder erhaltenden Vererbung noch das Geſetz der abgekürzten oder vereinfachten Vererbung anführen. Daſſelbe iſt ſehr wichtig für die Embryologie oder Ontogenie, d. h. für die Entwickelungsgeſchichte der organiſchen Individuen. Wie ich bereits im erſten Vortrage (S. 10) erwähnte und ſpäter noch ausführlich zu erläutern habe, iſt die Ontogenie oder die Entwickelungsgeſchichte der Individuen weiter nichts als eine kurze und ſchnelle, durch die Geſetze der Vererbung und Anpaſſung bedingte Wiederholung der Phylogenie, d. h. der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte des ganzen organiſchen Stammes oder Phylum, zu welchem der betreffende Organismus gehört. Wenn Sie z. B. die individuelle Entwickelung des Menſchen, des Affen, oder irgend eines anderen höheren Säugethieres innerhalb des Mutterleibes vom Ei an verfolgen, ſo finden Sie, daß der aus dem Ei entſtehende Keim oder Embryo eine Reihe von ſehr verſchiedenen Formen durchläuft, welche im Ganzen übereinſtimmt oder wenigſtens parallel iſt mit der Formenreihe, welche die hiſtoriſche Vorfahrenkette der höheren Säugethiere uns darbietet. Zu dieſen Vorfahren gehören gewiſſe Fiſche, Amphibien, Beutelthiere u. ſ. w. Allein der Parallelismus oder die Uebereinſtimmung dieſer beiden Entwickelungsreihen iſt niemals ganz vollſtändig. Vielmehr ſind in der Ontogenie immer Lücken und Sprünge, welche dem Ausfall einzelner Stadien der Phylogenie entſprechen. Wie Fritz Müller in ſeiner ausgezeichneten Schrift „Für Darwin“ [16]) an dem Beiſpiel der Cruſtaceen oder Krebſe vortrefflich erläutert hat „wird die in der individuellen Entwickelungsgeſchichte erhaltene geſchichtliche Urkunde allmählich verwiſcht, indem die Entwickelung einen immer geraderen Weg vom Ei zum fertigen

Thiere einſchlägt.“ Dieſe Verwiſchung oder Abkürzung wird durch das Geſetz der abgekürzten Vererbung bedingt, und ich will daſſelbe hier deshalb beſonders hervorheben, weil es von großer Bedeutung für das Verſtändniß der Embryologie iſt, und die anfangs befremdende Thatſache erklärt, daß nicht alle Entwickelungsformen, welche unſere Stammeltern durchlaufen haben, in der Formenreihe unſerer eigenen individuellen Entwickelung noch ſichtbar ſind.

Den bisher erörterten Geſetzen der erhaltenden oder conſervativen Vererbung ſtehen nun gegenüber die Vererbungserſcheinungen der zweiten Reihe, die Geſetze der fortſchreitenden oder progreſſiven Vererbung. Sie beruhen, wie erwähnt, darauf, daß der Organismus nicht allein diejenigen Eigenſchaften auf ſeine Nachkommen überträgt, die er bereits von den Voreltern ererbt hat, ſondern auch eine Anzahl von denjenigen individuellen Eigenthümlichkeiten, welche er ſelbſt erſt während ſeines Lebens erworben hat. Die Anpaſſung verbindet ſich hier bereits mit der Vererbung. (Gen. Morph. II, 186).

Unter dieſen wichtigen Erſcheinungen der fortſchreitenden oder progreſſiven Vererbung können wir an die Spitze als das allgemeinſte das Geſetz der angepaßten oder erworbenen Vererbung ſtellen. Daſſelbe beſagt eigentlich weiter Nichts, als was ich eben ſchon ausſprach, daß unter beſtimmten Umſtänden der Organismus fähig iſt, alle Eigenſchaften auf ſeine Nachkommen zu vererben, welche er ſelbſt erſt während ſeines Lebens durch Anpaſſung erworben hat. Am deutlichſten zeigt ſich dieſe Erſcheinung natürlich dann, wenn die neu erworbene Eigenthümlichkeit die ererbte Form bedeutend abändert. Das war in den Beiſpielen der Fall, welche ich Ihnen in dem vorigen Vortrage von der Vererbung überhaupt angeführt habe, bei den Menſchen mit ſechs Fingern und Zehen, den Stachelſchweinmenſchen, den Blutbuchen, Trauerweiden u. ſ. w. Auch die Vererbung erworbener Krankheiten, z. B. der Schwindſucht, des Wahnſinns, beweiſt dies Geſetz ſehr auffällig, ebenſo die Vererbung des Albinismus. Albinos oder Kakerlaken nennt man ſolche Individuen,

welche ſich durch Mangel der Farbſtoffe oder Pigmente in der Haut auszeichnen. Solche kommen bei Menſchen, Thieren und Pflanzen ſehr verbreitet vor. Bei Thieren, welche eine beſtimmte dunkle Farbe haben, werden nicht ſelten einzelne Individuen geboren, welche der Farbe gänzlich entbehren, und bei den mit Augen verſehenen Thieren iſt dieſer Pigmentmangel auch auf die Augen ausgedehnt, ſo daß die gewöhnlich lebhaft oder dunkel gefärbte Regenbogenhaut oder Iris des Auges farblos iſt, aber wegen der durchſchimmernden Blutgefäße roth erſcheint. Bei manchen Thieren, z. B. den Kaninchen, Mäuſen, ſind ſolche Albinos mit weißem Fell und rothen Augen ſo beliebt, daß man ſie in großer Menge als beſondere Raſſe fortpflanzt. Dies wäre nicht möglich ohne das Geſetz der angepaßten Vererbung.

Welche von einem Organismus erworbene Abänderungen ſich auf ſeine Nachkommen übertragen werden, welche nicht, iſt von vornherein nicht zu beſtimmen, und wir kennen leider die beſtimmten Bedingungen nicht, unter denen die Vererbung erfolgt. Wir wiſſen nur im Allgemeinen, daß gewiſſe erworbene Eigenſchaften ſich viel leichter vererben als andere, z. B. als die durch Verwundung entſtehenden Verſtümmelungen. Dieſe letzteren werden in der Regel nicht erblich übertragen; ſonſt müßten die Deſcendenten von Menſchen, die ihre Arme oder Beine verloren haben, auch mit dem Mangel des entſprechenden Armes oder Beines geboren werden. Ausnahmen ſind aber auch hier vorhanden, und man hat z. B. eine ſchwanzloſe Hunderaſſe dadurch gezogen, daß man mehrere Generationen hindurch beiden Geſchlechtern des Hundes conſequent den Schwanz abſchnitt. Noch vor einigen Jahren kam hier in der Nähe von Jena auf einem Gute der Fall vor, daß beim unvorſichtigen Zuſchlagen des Stallthores einem Zuchtſtier der Schwanz an der Wurzel abgequetſcht wurde, und die von dieſem Stiere erzeugten Kälber wurden ſämmtlich ſchwanzlos geboren. Das iſt allerdings eine Ausnahme. Es iſt aber ſehr wichtig, die Thatſache feſtzuſtellen, daß unter gewiſſen uns unbekannten Bedingungen auch ſolche gewaltſame Veränderungen erblich übertragen werden, in gleicher Weiſe wie viele Krankheiten.

In sehr vielen Fällen ist die Abänderung, welche durch angepaßte Vererbung übertragen und erhalten wird, angeboren, so bei dem vorher erwähnten Albinismus. Dann beruht die Abänderung auf derjenigen Form der Anpassung, welche wir die indirecte oder potentielle nennen. Ein sehr auffallendes Beispiel dafür liefert das hornlose Rindvieh von Paraguay in Südamerika. Daselbst wird eine besondere Rindviehrasse gezogen, die ganz der Hörner entbehrt, abstammend von einem einzigen Stiere, welcher im Jahre 1770 von einem gewöhnlichen gehörnten Elternpaare geboren wurde, und bei welchem der Mangel der Hörner durch irgendwelche unbekannte Ursache veranlaßt worden war. Alle Nachkommen dieses Stieres, welche er mit einer gehörnten Kuh erzeugte, entbehrten der Hörner vollständig. Man fand diese Eigenschaft vortheilhaft, und indem man die ungehörnten Rinder unter einander fortpflanzte, erhielt man eine hornlose Rindviehrasse, welche gegenwärtig die gehörnten Rinder in Paraguay fast verdrängt hat. Ein ähnliches Beispiel liefern die nordamerikanischen Otterschafe. Im Jahre 1791 lebte in Massachusetts in Nordamerika ein Landwirth, Seth Wright mit Namen. In seiner wohlgebildeten Schafheerde wurde auf einmal ein Lamm geboren, welches einen auffallend langen Leib und ganz kurze und krumme Beine hatte. Es konnte daher keine großen Sprünge machen und namentlich nicht über den Zaun in des Nachbars Garten springen; eine Eigenschaft, welche dem Besitzer wegen der Abgrenzung des dortigen Gebiets durch Hecken sehr vortheilhaft erschien. Er kam also auf den Gedanken, diese Eigenschaft auf die Nachkommen zu übertragen, und in der That erzeugte er durch Kreuzung dieses Schafbocks mit wohlgebildeten Mutterschafen eine ganze Rasse von Schafen, die alle die Eigenschaften des Vaters hatten, kurze und gekrümmte Beine und einen langen Leib. Sie konnten alle nicht über die Hecken springen, und wurden deshalb damals in Massachusetts sehr beliebt und weit verbreitet.

Ein zweites Gesetz, welches ebenfalls unter die Reihe der progressiven oder fortschreitenden Vererbung gehört, können wir das

Geſetz der befeſtigten oder conſtituirten Vererbung nennen. Daſſelbe äußert ſich darin, daß Eigenſchaften, die von einem Organismus während ſeines individuellen Lebens erworben wurden, um ſo ſicherer auf ſeine Nachkommen erblich übertragen werden, je längere Zeit hindurch die Urſachen jener Abänderung einwirkten, und daß dieſe Abänderung um ſo ſicherer Eigenthum auch aller folgenden Generationen wird, je längere Zeit hindurch auch auf dieſe die abändernde Urſache einwirkt. Die durch Anpaſſung oder Abänderung neu erworbene Eigenſchaft muß in der Regel erſt bis zu einem gewiſſen Grade befeſtigt oder conſtituirt ſein, ehe mit Wahrſcheinlichkeit darauf zu rechnen iſt, daß ſich dieſelbe auch auf die Nachkommenſchaft erblich überträgt. In dieſer Beziehung verhält ſich die Vererbung ähnlich wie die Anpaſſung. Je längere Zeit hindurch eine neuerworbene Eigenſchaft bereits durch Vererbung übertragen iſt, deſto ſicherer wird ſie auch in den kommenden Generationen ſich erhalten. Wenn alſo z. B. ein Gärtner durch methodiſche Behandlung eine neue Aepfelſorte gezüchtet hat, ſo kann er um ſo ſicherer darauf rechnen, die erwünſchte Eigenthümlichkeit dieſer Sorte zu erhalten, je länger er dieſelbe bereits vererbt hat. Daſſelbe zeigt ſich deutlich in der Vererbung von Krankheiten. Je länger bereits in einer Familie Schwindſucht oder Wahnſinn erblich iſt, deſto tiefer gewurzelt iſt das Uebel, deſto wahrſcheinlicher werden auch alle folgenden Generationen davon ergriffen werden.

Endlich können wir die Betrachtung der Erblichkeitserſcheinungen ſchließen mit den beiden ungemein wichtigen Geſetzen der gleichörtlichen und der gleichzeitlichen Vererbung. Wir verſtehen darunter die Thatſache, daß Veränderungen, welche von einem Organismus während ſeines Lebens erworben und erblich auf ſeine Nachkommen übertragen wurden, bei dieſen an derſelben Stelle des Körpers hervortreten, an welcher der elterliche Organismus zuerſt von ihnen betroffen wurde, und daß ſie bei den Nachkommen auch im gleichen Lebensalter erſcheinen, wie bei dem erſteren.

Das Geſetz der gleichzeitlichen oder homochronen

Vererbung, welches Darwin das Gesetz der „Vererbung in correspondirendem Lebensalter" nennt, läßt sich wiederum sehr deutlich an der Vererbung von Krankheiten nachweisen, zumal von solchen, die wegen ihrer Erblichkeit sehr verderblich werden. Diese treten im kindlichen Organismus in der Regel zu einer Zeit auf, welche derjenigen entspricht, in welcher der elterliche Organismus die Krankheit erwarb. Erbliche Erkrankungen der Lunge, der Leber, der Zähne, des Gehirns, der Haut u. s. w. erscheinen bei den Nachkommen gewöhnlich in der gleichen Zeit oder nur wenig früher, als sie beim elterlichen Organismus eintraten, oder von diesem überhaupt erworben wurden. Das Kalb bekommt seine Hörner in demselben Lebensalter wie seine Eltern. Ebenso erhält das junge Hirschkalb sein Geweih in derselben Lebenszeit, in welcher es bei seinem Vater und Großvater hervorgesproßt war. Bei jeder der verschiedenen Weinsorten reifen die Trauben zur selben Zeit, wie bei ihren Voreltern. Bekanntlich ist diese Reifezeit bei den verschiedenen Sorten sehr verschieden; da aber alle von einer einzigen Art abstammen, ist diese Verschiedenheit von den Stammeltern der einzelnen Sorten erst erworben worden und hat sich dann erblich fortgepflanzt.

Das Gesetz der gleichörtlichen oder homotopen Vererbung endlich, welches mit dem letzterwähnten Gesetze im engsten Zusammenhange steht, und welches man auch „das Gesetz der Vererbung an correspondirender Körperstelle" nennen könnte, läßt sich wiederum in pathologischen Erblichkeitsfällen sehr deutlich erkennen. Große Muttermale z. B. oder Pigmentanhäufungen an einzelnen Hautstellen, ebenso Geschwülste der Haut, erscheinen oft Generationen hindurch nicht allein in demselben Lebensalter, sondern auch an derselben Stelle der Haut. Ebenso ist übermäßige Fettentwickelung an einzelnen Körperstellen erblich. Eigentlich aber sind für dieses Gesetz, wie für das vorige, zahllose Beispiele überall in der Embryologie zu finden. Sowohl das Gesetz der gleichzeitlichen als das Gesetz der gleichörtlichen Vererbung sind Grundgesetze der Embryologie oder Ontogenie. Denn wir erklären uns durch

diese Gesetze die merkwürdige Thatsache, daß die verschiedenen auf einander folgenden Formzustände während der individuellen Entwickelung in allen Generationen einer und derselben Art stets in derselben Reihenfolge auftreten, und daß die Umbildungen des Körpers immer an denselben Stellen erfolgen. Diese scheinbar einfache und selbstverständliche Erscheinung ist doch überaus wunderbar und merkwürdig; wir können die näheren Ursachen derselben nicht erklären, aber mit Sicherheit behaupten, daß sie auf der unmittelbaren Uebertragung der organischen Materie vom elterlichen auf den kindlichen Organismus beruhen, wie wir es im Vorigen für den Vererbungsprozeß im Allgemeinen aus den Thatsachen der Fortpflanzung nachgewiesen haben.

Nachdem wir so die wichtigsten Vererbungsgesetze hervorgehoben haben, wenden wir uns zur zweiten Reihe der Erscheinungen, welche bei der natürlichen Züchtung in Betracht kommen, nämlich zu denen der Anpassung oder Abänderung. Diese Erscheinungen stehen, im Großen und Ganzen betrachtet, in einem gewissen Gegensatze zu den Vererbungserscheinungen, und die Schwierigkeit, welche die Betrachtung beider darbietet, besteht zunächst darin, daß beide sich auf das Vollständigste durchkreuzen und verweben. Daher sind wir nur selten im Stande, bei den Formveränderungen, die unter unsern Augen geschehen, mit Sicherheit zu sagen, wieviel davon auf die Vererbung, wieviel auf die Abänderung zu beziehen ist. Alle Formcharaktere, durch welche sich die Organismen unterscheiden, sind entweder durch die Vererbung oder durch die Anpassung verursacht; da aber beide Functionen beständig in Wechselwirkung zu einander stehen, ist es für den Systematiker außerordentlich schwer, den Antheil jeder der beiden Functionen an der speciellen Bildung der einzelnen Formen zu erkennen. Dies ist gegenwärtig um so schwieriger, als man sich noch kaum der ungeheuren Bedeutung dieser Thatsache bewußt geworden ist, und als die meisten Naturforscher die Theorie der Anpassung ebenso wie die der Vererbung vernachlässigt haben. Die soeben aufgestellten Vererbungsgesetze, wie die sogleich anzuführenden Gesetze der Anpassung, bilden gewiß nur einen kleinen Bruchtheil

der vorhandenen, meiſt noch nicht unterſuchten Erſcheinungen dieſes Gebietes; und da jedes dieſer Geſetze mit jedem anderen in Wechſelbeziehung treten kann, ſo geht daraus die unendliche Verwickelung von phyſiologiſchen Thätigkeiten hervor, die bei der Formbildung der Organismen in der That wirkſam ſind.

Was nun die Erſcheinung der Abänderung oder Anpaſſung im Allgemeinen betrifft, ſo müſſen wir dieſelbe, ebenſo wie die Thatſache der Vererbung, als eine ganz allgemeine phyſiologiſche Grundeigenſchaft aller Organismen ohne Ausnahme hinſtellen, als eine Lebensäußerung, welche von dem Begriffe des Organismus gar nicht zu trennen iſt. Streng genommen müſſen wir auch hier, wie bei der Vererbung, unterſcheiden zwiſchen der Anpaſſung ſelbſt und der Anpaſſungsfähigkeit. Unter Anpaſſung (Adaptatio) oder Abänderung (Variatio) verſtehen wir die Thatſache, daß der Organismus in Folge von Einwirkungen der umgebenden Außenwelt gewiſſe neue Eigenthümlichkeiten in ſeiner Lebensthätigkeit, Miſchung und Form annimmt, welche er nicht von ſeinen Eltern geerbt hat; dieſe erworbenen individuellen Eigenſchaften ſtehen den ererbten gegenüber, welche ſeine Eltern und Voreltern auf ihn übertragen haben. Dagegen nennen wir Anpaſſungsfähigkeit (Adaptabilitas) oder Veränderlichkeit (Variabilitas) die allen Organismen inne wohnende Fähigkeit, derartige neue Eigenſchaften unter dem Einfluſſe der Außenwelt zu erwerben. (Gen. Morph. II, 191).

Die unleugbare Thatſache der organiſchen Anpaſſung oder Abänderung iſt allbekannt, und an tauſend uns umgebenden Erſcheinungen jeden Augenblick wahrzunehmen. Allein gerade deshalb, weil die Erſcheinungen der Abänderung durch äußere Einflüſſe ſelbſtverſtändlich erſcheinen, hat man dieſelben bisher noch faſt gar nicht einer genaueren wiſſenſchaftlichen Unterſuchung unterzogen. Es gehören dahin alle Erſcheinungen, welche wir als die Folgen der Angewöhnung und Abgewöhnung, der Uebung und Nichtübung betrachten, oder als die Folgen der Dreſſur, der Erziehung, der Acclimatiſation, der Gymnaſtik u. ſ. w. Auch viele Veränderungen durch krankmachende

Ursachen, viele Krankheiten sind weiter nichts als Anpassungen des Organismus an bestimmte Lebensbedingungen. Bei den Culturpflanzen und Hausthieren tritt die Erscheinung der Abänderung so auffallend und mächtig hervor, daß eben darauf der Thierzüchter und Gärtner seine ganze Thätigkeit gründet, oder vielmehr auf die Wechselbeziehung, in welche er diese Erscheinungen mit denen der Vererbung setzt. Ebenso ist es bei den Pflanzen und Thieren im wilden Zustande allbekannt, daß sie abändern oder variiren. Jede systematische Bearbeitung einer Thier- oder Pflanzengruppe müßte, wenn sie ganz vollständig und erschöpfend sein wollte, bei jeder einzelnen Art eine Menge von Abänderungen anführen, welche mehr oder weniger von der herrschenden oder typischen Hauptform der Species abweichen. In der That finden Sie in jedem genauer gearbeiteten systematischen Specialwerk fast bei jeder Art eine Anzahl von solchen Variationen oder Umbildungen angeführt, welche bald als individuelle Abweichungen, bald als sogenannte Spielarten, Rassen, Varietäten, Abarten oder Unterarten bezeichnet werden, und welche oft außerordentlich weit sich von der Stammart entfernen, lediglich durch die Anpassung des Organismus an die äußern Lebensbedingungen.

Wenn wir nun zunächst die allgemeinen Ursachen dieser Anpassungserscheinungen zu ergründen suchen, so kommen wir zu dem Resultat, daß dieselben in Wirklichkeit so einfach sind, als die Ursachen der Erblichkeitserscheinungen. Wie wir für die Vererbungsthatsachen die Fortpflanzung als allgemeine Grundursache nachwiesen, die Uebertragung der elterlichen Materie auf den kindlichen Körper, so können wir für die Thatsachen der Anpassung oder Abänderung als die allgemeine Grundursache die physiologische Thätigkeit der Ernährung oder des Stoffwechsels hinstellen. Wenn ich Ihnen hier die „Ernährung" als Grundursache der Abänderung und Anpassung anführe, so nehme ich dieses Wort im weitesten Sinne, und verstehe darunter fast die gesammten materiellen Wechselbeziehungen, welche der Organismus in allen seinen Theilen zu der ihn umgebenden Außenwelt besitzt. Es gehört also zur Ernährung nicht allein die Aufnahme der

wirklich nährenden Stoffe und der Einfluß der verschiedenartigen Nahrung, sondern auch z. B. die Einwirkung des Wassers und der Atmosphäre, der Einfluß des Sonnenlichts, der Temperatur und aller derjenigen meteorologischen Erscheinungen, welche man unter dem Begriff „Klima" zusammenfaßt. Auch der mittelbare und unmittelbare Einfluß der Bodenbeschaffenheit und des Wohnorts gehört hierher, ferner der äußerst wichtige und vielseitige Einfluß, welchen die umgebenden Organismen, die Freunde und Nachbarn, die Feinde und Räuber, die Schmarotzer oder Parasiten u. s. w. auf jedes Thier und auf jede Pflanze ausüben. Alle diese und noch viele andere höchst wichtige Einwirkungen, welche alle den Organismus mehr oder weniger zu verändern im Stande sind, müssen hier beim Stoffwechsel in Betracht gezogen werden. In diesem weitesten Sinne ist also die Ernährung durch sämmtliche Wechselbeziehungen des Organismus zu der ihn umgebenden Außenwelt bedingt. Diese Beziehungen sind natürlich stets ganz materielle, und die Veränderungen, welche aus diesen Wechselbeziehungen durch die Anpassung folgen, beruhen wieder auf rein mechanischen Ursachen.

Wie sehr jeder Organismus von seiner gesammten äußern Umgebung abhängt und durch deren Wechsel verändert wird, ist Ihnen Allen im Allgemeinen bekannt. Denken Sie bloß daran, wie die menschliche Thatkraft von der Temperatur der Luft abhängig ist, oder die Gemüthsstimmung von der Farbe des Himmels. Je nachdem der Himmel wolkenlos und sonnig ist, oder mit trüben, schweren Wolken bedeckt, ist unsere Stimmung heiter oder trübe. Wie anders empfinden und denken wir im Walde während einer stürmischen Winternacht und während eines heiteren Sommertages! Alle diese verschiedenen Stimmungen unserer Seele beruhen auf rein materiellen Veränderungen unseres Gehirns, auf molekularen Plasma-Bewegungen, welche mittelst der Sinne durch die verschiedene Einwirkung des Lichts, der Wärme, der Feuchtigkeit u. s. w. hervorgebracht werden. „Wir sind ein Spiel von jedem Druck der Luft!"

Nicht minder wichtig und tiefgreifend sind die Einwirkungen,

welche unſer Geiſt und unſer Körper durch die verſchiedene Qualität und Quantität der Nahrungsmittel im engeren Sinne erfährt. Unſere Geiſtesarbeit, die Thätigkeit unſeres Verſtandes und unſerer Phantaſie iſt gänzlich verſchieden, je nachdem wir vor und während derſelben Thee und Kaffee, oder Wein und Bier genoſſen haben. Unſere Stimmungen, Wünſche und Gefühle ſind ganz anders, wenn wir hungern und wenn wir geſättigt ſind. Der Nationalcharakter der Engländer und der Gauchos in Südamerika, welche vorzugsweiſe von Fleiſch, von ſtickſtoffreicher Nahrung leben, iſt gänzlich verſchieden von demjenigen der kartoffeleſſenden Irländer und der reiseſſenden Chineſen, welche vorwiegend ſtickſtoffloſe Nahrung genießen. Auch lagern die letzteren viel mehr Fett ab, als die erſteren. Hier wie überall gehen die Veränderungen des Geiſtes mit entſprechenden Umbildungen des Körpers Hand in Hand; beide ſind durch rein materielle Urſachen bedingt. Ganz ebenſo wie der Menſch, werden aber auch alle anderen Organismen durch die verſchiedenen Einflüſſe der Ernährung abgeändert und umgebildet. Ihnen Allen iſt bekannt, daß wir ganz willkürlich die Form, Größe, Farbe u. ſ. w. bei unſeren Culturpflanzen und Hausthieren durch Veränderung der Nahrung abändern können, daß wir z. B. einer Pflanze ganz beſtimmte Eigenſchaften nehmen oder geben können, je nachdem wir ſie einem größeren oder geringeren Grade von Sonnenlicht und Feuchtigkeit ausſetzen. Da dieſe Erſcheinungen ganz allgemein verbreitet und bekannt ſind, und wir ſogleich zur Betrachtung der verſchiedenen Anpaſſungsgeſetze übergehen werden, wollen wir uns hier nicht länger bei den allgemeinen Thatſachen der Abänderung aufhalten.

Gleichwie die verſchiedenen Vererbungsgeſetze ſich naturgemäß in die beiden Reihen der conſervativen und der progreſſiven Vererbung ſondern laſſen, ſo kann man unter den Anpaſſungsgeſetzen ebenfalls zwei verſchiedene Reihen unterſcheiden, nämlich erſtens die Reihe der indirecten oder mittelbaren, und zweitens die Reihe der directen oder unmittelbaren Anpaſſungsgeſetze. Letztere kann man auch als actuelle, erſtere als potentielle Anpaſſungsgeſetze bezeichnen.

Die erste Reihe, welche die Erscheinungen der unmittelbaren oder indirecten (potentiellen) Anpassung umfaßt, ist im Ganzen bis jetzt sehr wenig berücksichtigt worden, und es bleibt das Verdienst Darwin's, auf diese Reihe von Veränderungen ganz besonders hingewiesen zu haben. Es ist etwas schwierig, diesen Gegenstand gehörig klar darzustellen; ich werde versuchen, Ihnen denselben nachher durch Beispiele deutlich zu machen. Ganz allgemein ausgedrückt besteht die indirecte oder potentielle Anpassung in der Thatsache, daß gewisse Veränderungen des Organismus, welche durch den Einfluß der Nahrung (im weitesten Sinne) und überhaupt der äußeren Existenzbedingungen bewirkt werden, nicht in der individuellen Formbeschaffenheit des betroffenen Organismus selbst, sondern in derjenigen seiner Nachkommen sich äußern und in die Erscheinung treten. So wird namentlich bei den Organismen, welche sich auf geschlechtlichem Wege fortpflanzen, das Reproductionssystem oder der Geschlechtsapparat oft durch äußere Wirkungen, welche im Uebrigen den Organismus wenig berühren, dergestalt beeinflußt, daß die Nachkommenschaft desselben eine ganz veränderte Bildung zeigt. Sehr auffällig kann man das an den künstlich erzeugten Monstrositäten sehen. Man kann Monstrositäten oder Mißgeburten dadurch erzeugen, daß man den elterlichen Organismus einer bestimmten, außerordentlichen Lebensbedingung unterwirft. Diese ungewohnte Lebensbedingung erzeugt aber nicht eine Veränderung des Organismus selbst, sondern eine Veränderung seiner Nachkommen. Man kann das nicht als Vererbung bezeichnen, weil ja nicht eine im elterlichen Organismus vorhandene Eigenschaft als solche erblich auf die Nachkommen übertragen wird. Vielmehr tritt eine Abänderung, welche den elterlichen Organismus betraf, aber nicht wahrnehmbar afficirte, erst in der eigenthümlichen Bildung seiner Nachkommen wirksam zu Tage. Bloß der Anstoß zu dieser neuen Bildung wird durch das Ei der Mutter oder durch den Samenfaden des Vaters bei der Fortpflanzung übertragen. Die Neubildung ist im elterlichen Organismus bloß der Möglichkeit nach (potentia) vorhanden; im kindlichen wird sie zur Wirklichkeit (actu).

Während man dieſe ſehr wichtige und ſehr allgemeine Erſcheinung bisher ganz vernachläſſigt hatte, war man geneigt, alle wahrnehmbaren Abänderungen und Umbildungen der organiſchen Formen als Anpaſſungserſcheinungen der zweiten Reihe zu betrachten, derjenigen der unmittelbaren oder directen (actuellen) Anpaſſung. Das Weſen dieſer Anpaſſungsgeſetze liegt darin, daß die den Organismus betreffende Veränderung (in der Ernährung u. ſ. w.) bereits in deſſen eigener Umbildung und nicht erſt in derjenigen ſeiner Nachkommen ſich äußert. Hierher gehören alle die bekannten Erſcheinungen, bei denen wir den umgeſtaltenden Einfluß des Klimas, der Nahrung, der Erziehung, Dreſſur u. ſ. w. unmittelbar an den betroffenen Individuen ſelbſt in ſeiner Wirkung verfolgen können.

Wie die beiden Erſcheinungsreihen der conſervativen und der progreſſiven Vererbung trotz ihres principiellen Unterſchieds vielfach in einander greifen und ſich gegenſeitig modificiren, vielfach zuſammenwirken und ſich durchkreuzen, ſo gilt das in noch höherem Maße von den beiden entgegengeſetzten und doch innig zuſammenhängenden Erſcheinungsreihen der indirecten und der directen Anpaſſung. Einige Naturforſcher, namentlich Darwin und Carl Vogt, ſchreiben den indirecten oder potentiellen Anpaſſungen eine viel bedeutendere oder ſelbſt eine faſt ausſchließliche Wirkſamkeit zu. Die Mehrzahl der Naturforſcher aber war bisher geneigt, umgekehrt das Hauptgewicht auf die Wirkung der directen oder actuellen Anpaſſungen zu legen. Ich halte dieſen Streit vorläufig für ziemlich unnütz. Nur ſelten ſind wir in der Lage, im einzelnen Abänderungsfalle beurtheilen zu können, wieviel davon auf Rechnung der directen, wieviel auf Rechnung der indirecten Anpaſſung kömmt. Wir kennen im Ganzen dieſe außerordentlich wichtigen und verwickelten Verhältniſſe noch viel zu wenig, und können daher nur im Allgemeinen die Behauptung aufſtellen, daß die Umbildung der organiſchen Formen entweder bloß der directen, oder bloß der indirecten, oder endlich drittens dem Zuſammenwirken der directen und der indirecten Anpaſſung zuzuſchreiben iſt.

Zehnter Vortrag.

Anpassungsgesetze.

Gesetze der indirecten oder potentiellen Anpassung. Individuelle Anpassung. Monströse oder sprungweise Anpassung. Geschlechtliche oder sexuelle Anpassung. Gesetze der directen oder actuellen Anpassung. Allgemeine oder universelle Anpassung. Gehäufte oder cumulative Anpassung. Gehäufte Einwirkung der äußeren Existenzbedingungen und gehäufte Gegenwirkung des Organismus. Der freie Wille. Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Uebung und Gewohnheit. Wechselbezügliche oder correlative Anpassung. Wechselbeziehungen der Entwickelung. Correlation der Organe. Erklärung der indirecten oder potentiellen Anpassung durch die Correlation der Geschlechtsorgane und der übrigen Körpertheile. Abweichende oder divergente Anpassung. Unbeschränkte oder unendliche Anpassung.

Meine Herren! Die Erscheinungen der Anpassung oder Abänderung, welche in Verbindung und in Wechselwirkung mit den Vererbungserscheinungen die ganze unendliche Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen hervorbringen, hatten wir im letzten Vortrage in zwei verschiedene Gruppen gebracht, erstens die Reihe der indirecten oder potentiellen und zweitens die Reihe der directen oder actuellen Anpassungen. Wir wenden uns nun heute zu einer näheren Betrachtung der verschiedenen allgemeinen Gesetze, welche wir unter diesen beiden Reihen von Abänderungserscheinungen zu erkennen im Stande sind. Lassen Sie uns zunächst die merkwürdigen und sehr wichtigen, obwohl bisher sehr vernachlässigten Erscheinungen der indirecten oder mittelbaren Abänderung in's Auge fassen.

Die indirecte oder potentielle Anpaſſung äußerte ſich, wie Sie ſich erinnern werden, in der auffallenden und äußerſt wichtigen Thatſache, daß die organiſchen Individuen Umbildungen erleiden und neue Formen annehmen in Folge von Ernährungsveränderungen, welche nicht ſie ſelbſt, ſondern ihren elterlichen Organismus betrafen. Der umgeſtaltende Einfluß der äußeren Exiſtenzbedingungen, des Klimas, der Nahrung ꝛc. äußert hier ſeine Wirkung nicht direct, in der Umbildung des Organismus ſelbſt, ſondern indirect, in derjenigen ſeiner Nachkommen (Gen. Morph. II, 202).

Als das oberſte und allgemeinſte von den Geſetzen der indirecten Abänderung können wir das Geſetz der individuellen Anpaſſung hinſtellen, nämlich den wichtigen Satz, daß alle organiſchen Individuen von Anbeginn ihrer individuellen Exiſtenz an ungleich, wenn auch oft höchſt ähnlich ſind. Zum Beweis dieſes Satzes können wir zunächſt auf die Thatſache hinweiſen, daß beim Menſchen allgemein alle Geſchwiſter, alle Kinder eines Elternpaares von Geburt an ungleich ſind. Es wird Niemand behaupten, daß zwei Geſchwiſter bei der Geburt noch vollkommen gleich ſind, daß die Größe aller einzelnen Körpertheile, die Zahl der Kopfhaare, der Oberhautzellen, der Blutzellen in beiden Geſchwiſtern ganz gleich ſei, daß beide dieſelben Anlagen und Talente mit auf die Welt gebracht haben. Ganz beſonders beweiſend für dieſes Geſetz der individuellen Verſchiedenheit iſt aber die Thatſache, daß bei denjenigen Thieren, welche mehrere Junge werfen, z. B. bei den Hunden und Katzen, alle Jungen eines jeden Wurfes von einander verſchieden ſind, bald durch geringere, bald durch auffallendere Differenzen in der Größe, Färbung, Länge der einzelnen Körpertheile, Stärke u. ſ. w. Nun gilt aber dieſes Geſetz ganz allgemein. Alle organiſchen Individuen ſind von Anfang an durch gewiſſe, wenn auch oft höchſt feine Unterſchiede ausgezeichnet und die Urſache dieſer individuellen Unterſchiede, wenn auch im Einzelnen uns gewöhnlich ganz unbekannt, liegt theilweiſe oder ausſchließlich in gewiſſen Einwirkungen, welche die Fortpflanzungsorgane des elterlichen Organismus erfahren haben.

Weniger wichtig und allgemein, als dieſes Geſetz der individuellen Abänderung, iſt ein zweites Geſetz der indirecten Anpaſſung, welches wir das Geſetz der monſtröſen oder ſprungweiſen Anpaſſung nennen wollen. Hier ſind die Abweichungen des kindlichen Organismus von der elterlichen Form ſo auffallend, daß wir ſie in der Regel als Mißgeburten oder Monſtroſitäten bezeichnen können. Dieſe werden in vielen Fällen, wie es durch Experimente nachgewieſen iſt, dadurch erzeugt, daß man den elterlichen Organismus einer beſtimmten Behandlung unterwirft, in eigenthümliche Ernährungsverhältniſſe verſetzt, z. B. Luft und Licht ihm entzieht oder andere auf ſeine Ernährung mächtig einwirkende Einflüſſe in beſtimmter Weiſe abändert. Die neue Exiſtenzbedingung bewirkt eine ſtarke und auffallende Abänderung der Geſtalt, aber nicht an dem unmittelbar davon betroffenen Organismus, ſondern erſt an deſſen Nachkommenſchaft. Die Art und Weiſe dieſer Einwirkung im Einzelnen zu erkennen, iſt uns auch hier nicht möglich, und wir können nur ganz im Allgemeinen den urſächlichen Zuſammenhang zwiſchen der monſtröſen Bildung des Kindes und einer gewiſſen Veränderung in den Exiſtenzbedingungen ſeiner Eltern, ſowie deren Einfluß auf die Fortpflanzungsorgane der letzteren, feſtſtellen. In dieſe Reihe der monſtröſen oder ſprungweiſen Abänderungen gehören wahrſcheinlich die früher erwähnten Erſcheinungen des Albinismus, ſowie die einzelnen Fälle von Menſchen mit ſechs Fingern und Zehen, von ungehörnten Rindern, ſowie von Schafen und Ziegen mit vier oder ſechs Hörnern. Wahrſcheinlich verdankt in allen dieſen Fällen die monſtröſe Abänderung ihre Entſtehung einer Urſache, welche zunächſt nur das Reproductionsſyſtem des elterlichen Organismus, das Ei der Mutter oder das Sperma des Vaters afficirte.

Als eine dritte eigenthümliche Aeußerung der indirecten Anpaſſung können wir das Geſetz der geſchlechtlichen oder ſexuellen Anpaſſung bezeichnen. So nennen wir die merkwürdige Thatſache, daß beſtimmte Einflüſſe, welche auf die männlichen Fortpflanzungsorgane einwirken, nur in der Formbildung der männlichen Nach-

Digitized by Google

kommen, und ebenso andere Einflüsse, welche die weiblichen Geschlechtsorgane betreffen, nur in der Gestaltveränderung der weiblichen Nachkommen ihre Wirkung äußern. Diese merkwürdige Erscheinung ist noch sehr dunkel und wenig beachtet, wahrscheinlich aber von großer Bedeutung für die Entstehung der früher betrachteten „secundären Sexualcharaktere".

Alle die angeführten Erscheinungen der geschlechtlichen, der sprungweisen und der individuellen Anpassung, welche wir als „Gesetze der indirecten oder mittelbaren (potentiellen) Anpassung", zusammenfassen können, sind uns in ihrem eigentlichen Wesen, in ihrem tieferen ursächlichen Zusammenhang noch äußerst wenig bekannt. Nur so viel läßt sich schon jetzt mit Sicherheit behaupten, daß sehr zahlreiche und wichtige Umbildungen der organischen Formen diesem Vorgange ihre Entstehung verdanken. Viele und auffallende Formveränderungen sind lediglich bedingt durch Ursachen, welche zunächst nur auf die Ernährung des elterlichen Organismus und zwar auf dessen Fortpflanzungsorgane einwirkten. Offenbar sind hierbei die wichtigen Wechselbeziehungen, in denen die Geschlechtsorgane zu den übrigen Körpertheilen stehen, von der größten Bedeutung. Von diesen werden wir sogleich bei dem Gesetze der wechselbezüglichen Anpassung noch mehr zu sagen haben. Wie mächtig überhaupt Veränderungen in den Lebensbedingungen, in der Ernährung auf die Fortpflanzung der Organismen einwirken, beweist allein schon die merkwürdige Thatsache, daß zahlreiche wilde Thiere, die wir in unseren zoologischen Gärten halten, und ebenso viele in unsere botanischen Gärten verpflanzte exotische Gewächse nicht mehr im Stande sind, sich fortzupflanzen, so z. B. die meisten Raubvögel, Papageyen und Affen. Auch der Elephant und die bärenartigen Raubthiere werfen in der Gefangenschaft fast niemals Junge. Ebenso werden viele Pflanzen im Culturzustand unfruchtbar. Es erfolgt zwar die Verbindung der beiden Geschlechter, aber keine Befruchtung oder keine Entwickelung der befruchteten Keime. Hieraus ergiebt sich unzweifelhaft, daß die durch den Culturzustand veränderte Ernährungsweise

die Fortpflanzungsfähigkeit gänzlich aufzuheben, also den größten Einfluß auf die Geschlechtsorgane auszuüben im Stande ist. Ebenso können andere Anpassungen oder Ernährungsveränderungen des elterlichen Organismus zwar nicht den gänzlichen Ausfall der Nachkommenschaft, wohl aber bedeutende Umbildungen in deren Form veranlassen.

Viel bekannter als die Erscheinungen der indirecten oder potentiellen Anpassung sind diejenigen der directen oder actuellen Anpassung, zu deren näherer Betrachtung wir uns jetzt wenden. Es gehören hierher alle diejenigen Abänderungen der Organismen, welche man als die Folgen der Uebung, Gewohnheit, Dressur, Erziehung u. s. w. betrachtet, ebenso diejenigen Umbildungen der organischen Formen, welche unmittelbar durch den Einfluß der Nahrung, des Klimas und anderer äußerer Existenzbedingungen bewirkt werden. Wie schon vorher bemerkt, tritt hier bei der directen oder unmittelbaren Anpassung der umbildende Einfluß der äußeren Ursache unmittelbar in der Form des betroffenen Organismus selbst, und nicht erst in derjenigen seiner Nachkommenschaft wirksam zu Tage (Gen. Morph. II, 207).

Unter den verschiedenen Gesetzen der directen oder actuellen Anpassung können wir als das oberste und umfassendste das Gesetz der allgemeinen oder universellen Anpassung an die Spitze stellen. Dasselbe läßt sich kurz in dem Satze aussprechen: „Alle organische Individuen werden im Laufe ihres Lebens durch Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen einander ungleich, obwohl die Individuen einer und derselben Art sich meistens sehr ähnlich bleiben.“ Eine gewisse Ungleichheit der organischen Individuen wurde, wie Sie sahen, schon durch das Gesetz der individuellen (indirecten) Anpassung bedingt. Allein diese ursprüngliche Ungleichheit der Einzelwesen wird späterhin dadurch noch gesteigert, daß jedes Individuum sich während seines selbstständigen Lebens seinen eigenthümlichen Existenzbedingungen unterwirft und anpaßt. Alle verschiedenen Einzelwesen einer jeden Art, so ähnlich sie in ihren ersten

Digitized by Google

Lebensſtadien auch ſein mögen, werden im weiteren Verlaufe der Exiſtenz einander mehr oder minder ungleich. In geringeren oder bedeutenderen Eigenthümlichkeiten entfernen ſie ſich von einander, und das iſt eine natürliche Folge der verſchiedenen Bedingungen, unter denen alle Individuen leben. Es giebt nicht zwei einzelne Weſen irgend einer Art, die unter ganz gleichen äußeren Umſtänden ihr Leben vollbringen. Die Lebensbedingungen der Nahrung, der Feuchtigkeit, der Luft, des Lichts, ferner die Lebensbedingungen der Geſellſchaft, die Wechſelbeziehungen zu den umgebenden Individuen derſelben Art und anderer Arten, ſind bei allen Einzelweſen verſchieden; und dieſe Verſchiedenheit wirkt zunächſt auf die Functionen, weiterhin auf die Formen jedes einzelnen Organismus umbildend ein. Wenn Geſchwiſter einer menſchlichen Familie ſchon von Anfang an gewiſſe individuelle Ungleichheiten zeigen, die wir als Folge der individuellen (indirecten) Anpaſſung betrachten können, ſo erſcheinen uns dieſelben noch weit mehr verſchieden in ſpäterer Lebenszeit, wo die einzelnen Geſchwiſter verſchiedene Erfahrungen durchgemacht, und ſich verſchiedenen Lebensverhältniſſen angepaßt haben. Die urſprünglich angelegte Verſchiedenheit des individuellen Entwickelungsganges wird offenbar um ſo größer, je länger das Leben dauert, je mehr verſchiedenartige äußere Bedingungen auf die einzelnen Individuen Einfluß erlangen. Das können Sie am einfachſten an den Menſchen ſelbſt, ſowie an den Hausthieren und Culturpflanzen nachweiſen, bei denen Sie willkührlich die Lebensbedingungen modificiren können. Zwei Brüder, von denen der eine zum Arbeiter, der andere zum Prieſter erzogen wird, entwickeln ſich in körperlicher und geiſtiger Beziehung ganz verſchieden; ebenſo zwei Hunde eines und deſſelben Wurfes, von denen der eine zum Jagdhund, der andere zum Kettenhund erzogen wird. Daſſelbe gilt aber auch von den organiſchen Individuen im Naturzuſtande. Wenn Sie z. B. in einem Kiefern- oder in einem Buchenwalde, der bloß aus Bäumen einer einzigen Art beſteht, ſorgfältig alle Bäume mit einander vergleichen, ſo finden Sie allemal, daß von allen hundert oder tauſend Bäumen nicht

zwei Individuen in der Größe des Stammes und der einzelnen Theile, in der Zahl der Zweige, Blätter, Früchte u. s. w. völlig übereinstimmen. Ueberall finden Sie individuelle Ungleichheiten, welche zum Theil wenigstens bloß die Folge der verschiedenen Lebensbedingungen sind, unter denen sich alle Bäume entwickelten. Freilich läßt sich niemals mit Bestimmtheit sagen, wieviel von dieser Ungleichheit aller Einzelwesen jeder Art ursprünglich (durch die indirecte individuelle Anpassung bedingt), wieviel davon erworben (durch die directe universelle Anpassung bewirkt) sein mag.

Nicht minder wichtig und allgemein als die universelle Anpassung ist eine zweite Erscheinungsreihe der directen Anpassung, welche wir das Gesetz der gehäuften oder cumulativen Anpassung nennen können. Unter diesem Namen fasse ich eine große Anzahl von sehr wichtigen Erscheinungen zusammen, die man gewöhnlich in zwei ganz verschiedene Gruppen bringt. Man unterscheidet in der Regel erstens solche Veränderungen der Organismen, welche unmittelbar durch den anhaltenden Einfluß äußerer Bedingungen (durch die dauernde Einwirkung der Nahrung, des Klimas, der Umgebung u. s. w.) erzeugt werden, und zweitens solche Veränderungen, welche durch Gewohnheit und Uebung, durch Angewöhnung an bestimmte Lebensbedingungen, durch Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe entstehen. Diese letzteren Einflüsse sind insbesondere von Lamarck als wichtige Ursachen der Umbildung der organischen Formen hervorgehoben, während man die ersteren schon sehr lange in weiteren Kreisen als solche anerkannt hat.

Die scharfe Unterscheidung, welche man zwischen diesen beiden Gruppen der gehäuften oder cumulativen Anpassung gewöhnlich macht, und welche auch Darwin noch sehr hervorhebt, verschwindet, sobald man eingehender und tiefer über das eigentliche Wesen und den ursächlichen Grund der beiden scheinbar sehr verschiedenen Anpassungsreihen nachdenkt. Man gelangt dann zu der Ueberzeugung, daß man es in beiden Fällen immer mit zwei verschiedenen wirkenden Ursachen zu thun hat, nämlich einerseits mit der äußeren Einwirkung

oder Action der anpassend wirkenden Lebensbedingung, und andrerseits mit der inneren Gegenwirkung oder Reaction des Organismus, welcher sich jener Lebensbedingung unterwirft und anpaßt. Wenn man die gehäufte Anpassung in ersterer Hinsicht für sich betrachtet, indem man die umbildenden Wirkungen der andauernden äußeren Existenzbedingungen auf diese letzteren allein bezieht, so legt man einseitig das Hauptgewicht auf die äußere Einwirkung, und man vernachlässigt die nothwendig eintretende innere Gegenwirkung des Organismus. Wenn man umgekehrt die gehäufte Anpassung einseitig in der zweiten Richtung verfolgt, indem man die umbildende Selbstthätigkeit des Organismus, seine Gegenwirkung gegen den äußeren Einfluß, seine Veränderung durch Uebung, Gewohnheit, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe hervorhebt, so vergißt man, daß diese Gegenwirkung oder Reaction erst durch die Einwirkung der äußeren Existenzbedingung hervorgerufen wird. Es ist also nur ein Unterschied der Betrachtungsweise, auf welchem die Unterscheidung jener beiden verschiedenen Gruppen beruht, und ich glaube, daß man sie mit vollem Rechte zusammenfassen kann. Das Wesentlichste bei diesen gehäuften Anpassungserscheinungen ist immer, daß die Veränderung des Organismus, welche zunächst in seiner Function und weiterhin in seiner Formbildung sich äußert, entweder durch lange andauernde oder durch oft wiederholte Einwirkungen einer äußeren Ursache veranlaßt wird. Die kleinste Ursache kann durch Häufung oder Cumulation ihrer Wirkung die größten Erfolge erzielen.

Die Beispiele für diese Art der directen Anpassung sind unendlich zahlreich. Wo Sie nur hineingreifen in das Leben der Thiere und Pflanzen, finden Sie überall einleuchtende und überzeugende Veränderungen dieser Art vor Augen. Wir wollen hier zunächst einige durch die Nahrung selbst unmittelbar bedingte Anpassungserscheinungen hervorheben. Jeder von Ihnen weiß, daß man die Hausthiere, die man für gewisse Zwecke züchtet, verschieden umbilden kann durch die verschiedene Quantität und Qualität der Nahrung, welche man ihnen darreicht. Wenn der Landwirth bei der Schafzucht seine Wolle

erzeugen will, so giebt er den Schafen anderes Futter, als wenn er gutes Fleisch oder reichliches Fett erzielen will. Die auserlesenen Rennpferde und Luxuspferde erhalten besseres Futter als die schweren Lastpferde und Karrengaule. Die Körperform des Menschen selbst, der Grad der Fettablagerung z. B., ist ganz verschieden nach der Nahrung. Bei stickstoffreicher Kost wird wenig, bei stickstoffarmer Kost viel Fett abgelagert. Leute, die mit Hülfe der neuerdings beliebten Banting-Cur mager werden wollen, essen nur Fleisch und Eier, kein Brod, keine Kartoffeln. Welche bedeutenden Veränderungen man an Culturpflanzen hervorbringen kann, lediglich durch veränderte Quantität und Qualität der Nahrung, ist allbekannt. Dieselbe Pflanze erhält ein ganz anderes Aussehen, wenn man sie an einem trockenen, warmen Ort dem Sonnenlicht ausgesetzt hält, oder wenn man sie an einer kühlen, feuchten Stelle im Schatten hält. Viele Pflanzen bekommen, wenn man sie an den Meeresstrand versetzt, nach einiger Zeit dicke, fleischige Blätter; und dieselben Pflanzen, an ausnehmend trockene und heiße Standorte versetzt, bekommen behaarte Blätter. Alle diese Formveränderungen entstehen unmittelbar durch den gehäuften Einfluß der veränderten Nahrung.

Aber nicht nur die Quantität und Qualität der Nahrungsmittel wirkt mächtig verändernd und umbildend auf den Organismus ein, sondern auch alle anderen äußeren Existenzbedingungen, vor Allen die nächste organische Umgebung, die Gesellschaft von freundlichen oder feindlichen Organismen. Ein und derselbe Baum entwickelt sich ganz verschieden an einem offenen Standort, wo er von allen Seiten frei steht, als im Walde, wo er sich den Umgebungen anpassen muß, wo er ringsum von den nächsten Nachbarn gedrängt und zum Emporschießen gezwungen wird. Im ersten Fall wird die Krone weit ausgebreitet, im letzten dehnt sich der Stamm in die Höhe und die Krone bleibt klein und gedrungen. Wie mächtig alle diese Umstände, wie mächtig der feindliche oder freundliche Einfluß der umgebenden Organismen, der Parasiten u. s. w. auf jedes Thier und jede Pflanze einwirken, ist so bekannt, daß eine Anführung weiterer Beispiele

überflüſſig erſcheint. Die Veränderung der Form, die Umbildung, welche dadurch bewirkt wird, iſt niemals bloß die unmittelbare Folge des äußeren Einfluſſes, ſondern muß immer zurückgeführt werden auf die entſprechende Gegenwirkung, auf die Selbſtthätigkeit des Organismus, die man als Angewöhnung, Uebung, Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe bezeichnet. Daß man dieſe letzteren Erſcheinungen in der Regel getrennt von der erſteren betrachtete, liegt erſtens an der ſchon hervorgehobenen einſeitigen Betrachtungsweiſe, und dann zweitens daran, daß man ſich eine ganz falſche Vorſtellung von dem Einfluß der Willensthätigkeit bei den Thieren gebildet hatte.

Die Thätigkeit des Willens, welche der Angewöhnung, der Uebung, dem Gebrauch oder Nichtgebrauch der Organe bei den Thieren zu Grunde liegt, iſt gleich jeder anderen Thätigkeit der thieriſchen Seele durch materielle Vorgänge im Centralnervenſyſtem bedingt, durch eigenthümliche Bewegungen, welche von der eiweißartigen Materie der Ganglienzellen und der mit ihnen verbundenen Nervenfaſern ausgehen. Der Wille der höheren Thiere iſt in dieſer Beziehung, ebenſo wie die übrigen Geiſtesthätigkeiten, von denjenigen des Menſchen nur quantitativ (nicht qualitativ) verſchieden. Der Wille des Thieres, wie des Menſchen iſt niemals frei. Das weitverbreitete Dogma von der Freiheit des Willens iſt naturwiſſenſchaftlich durchaus nicht haltbar. Jeder Phyſiologe, der die Erſcheinungen der Willensthätigkeit bei Menſchen und Thieren naturwiſſenſchaftlich unterſucht, kommt mit Nothwendigkeit zu der Ueberzeugung, daß der Wille eigentlich niemals frei, ſondern ſtets durch äußere oder innere Einflüſſe bedingt iſt. Dieſe Einflüſſe ſind größtentheils Vorſtellungen, die entweder durch Anpaſſung oder durch Vererbung erworben, und auf eine von dieſen beiden phyſiologiſchen Functionen zurückführbar ſind. Sobald man ſeine eigene Willensthätigkeit ſtreng unterſucht, ohne das herkömmliche Vorurtheil von der Freiheit des Willens, ſo wird man gewahr, daß jede ſcheinbar freie Willenshandlung bewirkt wird durch vorhergehende Vorſtellungen, die entweder

in ererbten oder in anderweitig erworbenen Vorſtellungen wurzeln, und in letzter Linie alſo wiederum durch Anpaſſungs- oder Vererbungsgeſetze bedingt ſind. Daſſelbe gilt von der Willensthätigkeit aller Thiere. Sobald man dieſe eingehend im Zuſammenhang mit ihrer Lebensweiſe betrachtet, und in ihrer Beziehung zu den Veränderungen, welche die Lebensweiſe durch die äußeren Bedingungen erfährt, ſo überzeugt man ſich alsbald, daß eine andere Auffaſſung nicht möglich iſt. Daher müſſen auch die Veränderungen der Willensbewegung, welche aus veränderter Ernährung folgen, und welche als Uebung, Gewohnheit u. ſ. w. umbildend wirken, unter jene materiellen Vorgänge der gehäuften Anpaſſung gerechnet werden.

Indem ſich der thieriſche Wille den veränderten Exiſtenzbedingungen durch andauernde Gewöhnung, Uebung u. ſ. w. anpaßt, vermag er die bedeutendſten Umbildungen der organiſchen Formen zu bewirken. Mannigfaltige Beiſpiele hierfür ſind überall im Thierleben zu finden. So verkümmern z. B. bei den Hausthieren manche Organe, indem ſie in Folge der veränderten Lebensweiſe außer Thätigkeit treten. Die Enten und Hühner, welche im wilden Zuſtande ausgezeichnet fliegen, verlernen dieſe Bewegung mehr oder weniger im Culturzuſtande. Sie gewöhnen ſich daran, mehr ihre Beine, als ihre Flügel zu gebrauchen, und in Folge davon werden die dabei gebrauchten Theile der Muskulatur und des Skelets in ihrer Ausbildung und Form weſentlich verändert. Für die verſchiedenen Raſſen der Hausente, welche alle von der wilden Ente (Anas boschas) abſtammen, hat dies Darwin durch eine ſehr ſorgfältige vergleichende Meſſung und Wägung der betreffenden Skelettheile nachgewieſen. Die Knochen des Flügels ſind bei der Hausente ſchwächer, die Knochen des Beines dagegen umgekehrt ſtärker entwickelt, als bei der wilden Ente. Bei den Straußen und anderen Laufvögeln, welche ſich das Fliegen gänzlich abgewöhnt haben, iſt in Folge deſſen der Flügel ganz verkümmert, zu einem völlig „rudimentären Organ" herabgeſunken (S. 10). Bei vielen Hausthieren, insbeſondere bei vielen Raſſen von Hunden und Kaninchen bemerken Sie ferner, daß dieſelben durch den Cultur-

Digitized by Google

zuſtand herabhängende Ohren bekommen haben. Dies iſt einfach eine Folge des verminderten Gebrauchs der Ohrmuskeln. Im wilden Zuſtande müſſen dieſe Thiere ihre Ohren gehörig anſtrengen, um einen nahenden Feind zu bemerken, und es hat ſich dadurch ein ſtarker Muskelapparat entwickelt, welcher die äußeren Ohren in aufrechter Stellung erhält, und nach allen Richtungen dreht. Im Culturzuſtande haben dieſelben Thiere nicht mehr nöthig ſo aufmerkſam zu lauſchen; ſie ſpitzen und drehen die Ohren nur wenig; die Ohrmuskeln kommen außer Gebrauch, verkümmern allmählich, und die Ohren ſinken nun ſchlaff herab oder werden rudimentär.

Wie in dieſen Fällen die Function und dadurch auch die Form des Organs durch Nichtgebrauch rückgebildet wird, ſo wird dieſelbe andrerſeits durch ſtärkeren Gebrauch mehr entwickelt. Dies tritt uns beſonders deutlich entgegen, wenn wir das Gehirn und die dadurch bewirkten Seelenthätigkeiten bei den wilden Thieren und den Hausthieren, welche von ihnen abſtammen, vergleichen. Insbeſondere der Hund und das Pferd, welche in ſo erſtaunlichem Maße durch die Cultur veredelt ſind, zeigen im Vergleiche mit ihren wilden Stammverwandten einen außerordentlichen Grad von Ausbildung der Geiſtesthätigkeit, und offenbar iſt die damit zuſammenhängende Umbildung des Gehirns größtentheils durch die andauernde Uebung bedingt. Allbekannt iſt es ferner, wie ſchnell und mächtig die Muskeln durch anhaltende Uebung wachſen und ihre Form verändern. Vergleichen Sie z. B. Arme und Beine eines geübten Turners mit denjenigen eines unbeweglichen Stubenſitzers.

Wie mächtig äußere Einflüſſe die Gewohnheiten der Thiere, ihre Lebensweiſe beeinfluſſen und dadurch weiterhin auch ihre Form umbilden, zeigen ſehr auffallend manche Beiſpiele von Amphibien und Reptilien. Unſere häufigſte einheimiſche Schlange, die Ringelnatter, legt Eier, welche zu ihrer Entwickelung noch drei Wochen brauchen. Wenn man ſie aber in Gefangenſchaft hält und in den Käfig keinen Sand ſtreut, ſo legt ſie die Eier nicht ab, ſondern behält ſie bei ſich, ſo lange bis die Jungen entwickelt ſind. Der Unterſchied zwiſchen

lebendig gebärenden Thieren und solchen, die Eier legen, wird hier einfach durch die Veränderung des Bodens, auf welchem das Thier lebt, verwischt.

Außerordentlich interessant sind in dieser Beziehung auch die Wassermolche oder Tritonen, welche man gezwungen hat, ihre ursprünglichen Kiemen beizubehalten. Die Tritonen, Amphibien, welche den Fröschen nahe verwandt sind, besitzen gleich diesen in ihrer Jugend äußere Athmungsorgane, Kiemen, mit welchen sie, im Wasser lebend, Wasser athmen. Später tritt bei den Tritonen eine Metamorphose ein, wie bei den Fröschen. Sie gehen auf das Land, verlieren die Kiemen und gewöhnen sich an das Lungenathmen. Wenn man sie nun daran verhindert, indem man sie in einem geschlossenen Wasserbecken hält, so verlieren sie die Kiemen nicht. Diese bleiben vielmehr bestehen, und der Wassermolch verharrt zeitlebens auf jener niederen Ausbildungsstufe, welche bei seinen tiefer stehenden Verwandten, den Kiemenmolchen oder Sozobranchien normal ist. Der Wassermolch erreicht seine volle Größe, wird geschlechtsreif und pflanzt sich fort, ohne die Kiemen zu verlieren.

Großes Aufsehen erregte unter den Zoologen vor Kurzem der Axolotel (Siredon pisciformis), ein dem Triton nahe verwandter Kiemenmolch aus Mexico, welchen man schon seit langer Zeit kennt, und in den letzten Jahren im Pariser Pflanzengarten im Großen gezüchtet hat. Dieses Thier hat auch äußere Kiemen, wie der Wassermolch, behält aber dieselben gleich allen anderen Sozobranchien zeitlebens bei. Für gewöhnlich bleibt dieser Kiemenmolch mit seinen Wasserathmungsorganen im Wasser und pflanzt sich hier auch fort. Nun krochen aber plötzlich im Pflanzengarten unter Hunderten dieser Thiere eine geringe Anzahl aus dem Wasser auf das Land, verloren ihre Kiemen, und verwandelten sich in eine kiemenlose Molchform, welche von einer nordamerikanischen Tritonengattung (Amblystoma) nicht mehr zu unterscheiden ist, und nur noch durch Lungen athmet. In diesem letzten, höchst merkwürdigen Falle können wir unmittelbar den großen Sprung von einem wasserathmenden zu einem luftath-

Digitized by Google

menden Thiere verfolgen, ein Sprung, der allerdings bei der individuellen Entwickelungsgeſchichte der Fröſche und Salamander in jedem Frühling beobachtet werden kann. Ebenſo aber, wie jeder einzelne Froſch und jeder einzelne Salamander aus dem urſprünglich kiemenathmenden Amphibium ſpäterhin in ein lungenathmendes ſich verwandelt, ſo iſt auch die ganze Gruppe der Fröſche und Salamander urſprünglich aus kiemenathmenden, dem Siredon verwandten Thieren entſtanden. Die Sozobranchien ſind noch bis auf den heutigen Tag auf jener niederen Stufe ſtehen geblieben. Die Ontogenie erläutert auch hier die Phylogenie, die Entwickelungsgeſchichte der Individuen diejenige der ganzen Gruppe (S. 10).

An die gehäufte oder cumulative Anpaſſung ſchließt ſich als eine dritte Erſcheinung der directen oder actuellen Anpaſſung das Geſetz der wechſelbezüglichen oder correlativen Anpaſſung an. Nach dieſem wichtigen Geſetze werden durch die actuelle Anpaſſung nicht nur diejenigen Theile des Organismus abgeändert, welche unmittelbar durch die äußere Einwirkung betroffen werden, ſondern auch andere, nicht unmittelbar davon berührte Theile. Dies iſt eine Folge des organiſchen Zuſammenhangs, und namentlich der einheitlichen Ernährungsverhältniſſe, welche zwiſchen allen Theilen jedes Organismus beſtehen. Wenn z. B. bei einer Pflanze durch Verſetzung an einen trocknen Standort die Behaarung der Blätter zunimmt, ſo wirkt dieſe Veränderung auf die Ernährung anderer Theile zurück, und kann eine Verkürzung der Stengelglieder und ſomit eine gedrungenere Form der ganzen Pflanze zur Folge haben. Bei einigen Raſſen von Schweinen und Hunden, z. B. bei dem türkiſchen Hunde, welche durch Anpaſſung an ein wärmeres Klima ihre Behaarung mehr oder weniger verloren, wurde zugleich das Gebiß zurückgebildet. So zeigen auch die Walfiſche und die Edentaten (Schuppenthiere, Gürtelthiere ꝛc.), welche ſich durch ihre eigenthümliche Hautbedeckung am meiſten von den übrigen Säugethieren entfernt haben, die größten Abweichungen in der Bildung des Gebiſſes. Ferner bekommen ſolche Raſſen von Hausthieren (z. B. Rindern, Schweinen), bei denen

ſich die Beine verkürzen, in der Regel auch einen kurzen und gedrungenen Kopf. So zeichnen ſich u. a. die Taubenraſſen, welche die längſten Beine haben, zugleich auch durch die längſten Schnäbel aus. Dieſelbe Wechſelbeziehung zwiſchen der Länge der Beine und des Schnabels zeigt ſich ganz allgemein in der Ordnung der Stelzvögel (Grallatores), beim Storch, Kranich, der Schnepfe u. ſ. w. Die Wechſelbeziehungen, welche in dieſer Weiſe zwiſchen verſchiedenen Theilen des Organismus beſtehen, ſind äußerſt merkwürdig, und im Einzelnen ihrer Urſache nach uns unbekannt. Im Allgemeinen können wir natürlich ſagen: die Ernährungsveränderungen, die einen einzelnen Theil betreffen, müſſen nothwendig auf die übrigen Theile zurückwirken, weil die Ernährung eines jeden Organismus eine zuſammenhängende, centraliſirte Thätigkeit iſt. Allein warum nun gerade dieſer oder jener Theil in dieſer merkwürdigen Wechſelbeziehung zu einem andern ſteht, iſt uns in den meiſten Fällen ganz unbekannt. Es ſind eine große Anzahl ſolcher Wechſelbeziehungen in der Bildung bekannt, namentlich bei den neuerlich ſchon erwähnten Abänderungen der Thiere und Pflanzen, die ſich durch Pigmentmangel auszeichnen, den Albinos oder Kakerlaken. Der Mangel des gewöhnlichen Farbeſtoffs bedingt hier gewiſſe Veränderungen in der Bildung anderer Theile, z. B. des Muskelſyſtems, des Knochenſyſtems, alſo organiſcher Syſteme, die zunächſt gar nicht mit dem Syſtem der äußeren Haut zuſammenhängen. Sehr häufig ſind dieſe ſchwächer entwickelt und daher der ganze Körperbau zarter und ſchwächer, als bei den gefärbten Thieren derſelben Art. Ebenſo werden auch die Sinnesorgane und das Nervenſyſtem durch dieſen Pigmentmangel eigenthümlich afficirt. Weiße Katzen mit blauen Augen ſind faſt immer taub. Die Schimmel zeichnen ſich vor den gefärbten Pferden durch die beſondere Neigung zur Bildung ſarkomatöſer Geſchwülſte aus. Auch beim Menſchen iſt der Grad der Pigmententwickelung in der äußeren Haut vom größten Einfluſſe auf die Empfänglichkeit des Organismus für gewiſſe Krankheiten, ſo daß z. B. Europäer mit dunkler Hautfarbe, ſchwarzen Haaren und braunen Augen ſich leichter in den Tropen-

gegenden akklimatisiren, und viel weniger den dort herrschenden Krankheiten (Leberentzündungen, gelbem Fieber u. s. w.[7]) unterworfen sind, als Europäer mit heller Hautfarbe, blondem Haar und blauen Augen. (Vergl. oben S. 134.)

Vorzugsweise merkwürdig sind unter diesen Wechselbeziehungen der Bildung verschiedener Organe diejenigen, welche zwischen den Geschlechtsorganen und den übrigen Theilen des Körpers bestehen. Keine Veränderung eines Theiles wirkt so mächtig zurück auf die übrigen Körpertheile, als eine bestimmte Behandlung der Geschlechtsorgane. Die Landwirthe, welche bei Schweinen, Schafen u. s. w. reichliche Fettbildung erzielen wollen, entfernen die Geschlechtsorgane durch Herausschneiden (Castration), und zwar geschieht dies bei Thieren beiderlei Geschlechts. In Folge davon tritt eine übermäßige Fettentwickelung ein. Dasselbe thut auch Seine Heiligkeit, der Papst, bei den Castraten, welche in der Peterskirche zu Ehren Gottes singen müssen. Diese Unglücklichen werden in früher Jugend castrirt, damit sie ihre hohen Knabenstimmen beibehalten. In Folge dieser Verstümmelung der Genitalien bleibt der Kehlkopf auf der jugendlichen Entwickelungsstufe stehen. Zugleich bleibt die Muskulatur des ganzen Körpers schwach entwickelt, während sich unter der Haut reichliche Fettmengen ansammeln. Aber auch auf die Ausbildung des Centralnervensystems, der Willensenergie u. s. w. wirkt jene Verstümmelung mächtig zurück, und es ist bekannt, daß die menschlichen Castraten oder Eunuchen ebenso wie die castrirten männlichen Hausthiere des bestimmten psychischen Charakters, welcher das männliche Geschlecht auszeichnet, gänzlich entbehren. Der Mann ist eben Leib und Seele nach nur Mann durch seine männliche Generationsdrüse.

Diese äußerst wichtigen und einflußreichen Wechselbeziehungen zwischen den Geschlechtsorganen und den übrigen Körpertheilen, vor allen dem Gehirn, finden sich in gleicher Weise bei beiden Geschlechtern. Es läßt sich dies schon von vornherein deshalb erwarten, weil bei den meisten Thieren die beiderlei Organe aus gleicher Grundlage sich entwickeln und anfänglich nicht verschieden sind. Beim Menschen,

wie bei allen übrigen Wirbelthieren, ſind in der urſprünglichen Anlage des Keims die männlichen und weiblichen Organe völlig gleich, und erſt allmählich entſtehen im Laufe der embryonalen Entwickelung (beim Menſchen in der neunten Woche ſeines Embryolebens) die Unterſchiede der beiden Geſchlechter, indem eine und dieſelbe Sexualdrüſe beim Weibe zum Eierſtock, beim Manne zum Teſtikel wird. Jede Veränderung des weiblichen Eierſtocks äußert daher eine nicht minder bedeutende Rückwirkung auf den geſammten weiblichen Organismus, wie jede Veränderung des Teſtikels auf den männlichen Organismus. Die Wichtigkeit dieſer Wechſelbeziehung hat Virchow in ſeinem vortrefflichen Aufſatz „das Weib und die Zelle" mit folgenden Worten ausgeſprochen: „Das Weib iſt eben Weib nur durch ſeine Generationsdrüſe; alle Eigenthümlichkeiten ſeines Körpers und Geiſtes oder ſeiner Ernährung und Nerventhätigkeit: die ſüße Zartheit und Rundung der Glieder bei der eigenthümlichen Ausbildung des Beckens, die Entwickelung der Brüſte bei dem Stehenbleiben der Stimmorgane, jener ſchöne Schmuck des Kopfhaares bei dem kaum merklichen, weichen Flaum der übrigen Haut, und dann wiederum dieſe Tiefe des Gefühls, dieſe Wahrheit der unmittelbaren Anſchauung, dieſe Sanftmuth, Hingebung und Treue — kurz, Alles was wir an dem wahren Weibe Weibliches bewundern und verehren, iſt nur eine Dependenz des Eierſtocks. Man nehme den Eierſtock hinweg, und das Mannweib in ſeiner häßlichſten Halbheit ſteht vor uns."

Dieſelbe innige Correlation oder Wechſelbeziehung zwiſchen den Geſchlechtsorganen und den übrigen Körpertheilen findet ſich auch bei den Pflanzen ebenſo allgemein wie bei den Thieren vor. Wenn man bei einer Gartenpflanze reichlichere Früchte zu erzielen wünſcht, beſchränkt man den Blätterwuchs durch Abſchneiden eines Theils der Blätter. Wünſcht man umgekehrt eine Zierpflanze mit einer Fülle von großen und ſchönen Blättern zu erhalten, ſo verhindert man die Blüthen- und Fruchtbildung durch Abſchneiden der Blüthenknospen. In beiden Fällen entwickelt ſich das eine Organſyſtem auf Koſten des anderen. So ziehen auch die meiſten Abänderungen der vegetativen

Blattbildung bei den wilden Pflanzen eine entsprechende Umbildung in den generativen Blüthentheilen nach sich. Die hohe Bedeutung dieser „Compensation der Entwickelung", dieser „Correlation der Theile" ist bereits von Goethe, von Geoffroy S. Hilaire und von anderen Naturphilosophen hervorgehoben worden. Sie beruht wesentlich darauf, daß die directe oder actuelle Anpassung keinen einzigen Körpertheil wesentlich verändern kann, ohne zugleich auf den ganzen Organismus einzuwirken.

Die correlative Anpassung der Fortpflanzungsorgane und der übrigen Körpertheile verdient deshalb eine ganz besondere Berücksichtigung, weil sie vor allen geeignet ist, ein erklärendes Licht auf die vorher betrachteten dunkeln und räthselhaften Erscheinungen der indirecten oder potentiellen Anpassung zu werfen. Denn ebenso wie jede Veränderung der Geschlechtsorgane mächtig auf den übrigen Körper zurückwirkt, so muß natürlich umgekehrt auch jede eingreifende Veränderung eines anderen Körpertheils mehr oder weniger auf die Generationsorgane zurückwirken. Diese Rückwirkung wird sich aber erst in der Bildung der Nachkommenschaft, welche aus den veränderten Generationstheilen entsteht, wahrnehmbar äußern. Gerade jene merkwürdigen, aber unmerklichen und an sich ungeheuer geringfügigen Veränderungen des Genitalsystems, der Eier und des Sperma, welche durch solche Wechselbeziehungen hervorgebracht werden, sind vom größten Einflusse auf die Bildung der Nachkommenschaft, und alle vorher erwähnten Erscheinungen der indirecten oder potentiellen Anpassungen können schließlich auf die wechselbezügliche Anpassung zurückgeführt werden.

Eine weitere Reihe von ausgezeichneten Beispielen der correlativen Anpassung liefern die verschiedenen Thiere und Pflanzen, welche durch das Schmarotzerleben oder den Parasitismus rückgebildet sind. Keine andere Veränderung der Lebensweise wirkt so bedeutend auf die Formbildung der Organismen ein, wie die Angewöhnung an das Schmarotzerleben. Pflanzen verlieren dadurch ihre grünen Blätter, wie z. B. unsere einheimischen Schmarotzerpflanzen: Orobanche, La-

thraea, Monotropa. Thiere, welche urſprünglich ſelbſtſtändig und frei gelebt haben, dann aber eine paraſitiſche Lebensweiſe auf andern Thieren oder auf Pflanzen annehmen, geben zunächſt die Thätigkeit ihrer Bewegungsorgane und ihrer Sinnesorgane auf. Der Verluſt der Thätigkeit zieht aber den Verluſt der Organe, durch welche ſie bewirkt wurde, nach ſich, und ſo finden wir z. B. viele Krebsthiere oder Cruſtaceen, die in der Jugend einen ziemlich hohen Organiſationsgrad, Beine, Fühlhörner und Augen beſaßen, im Alter als Paraſiten vollkommen degenerirt wieder, ohne Augen, ohne Bewegungswerkzeuge und ohne Fühlhörner. Aus der munteren, beweglichen Jugendform iſt ein unförmlicher, unbeweglicher Klumpen geworden. Nur die nöthigſten Ernährungs- und Fortpflanzungsorgane ſind noch in Thätigkeit. Der ganze übrige Körper iſt rückgebildet. Offenbar ſind dieſe tiefgreifenden Umbildungen großentheils directe Folgen der gehäuften oder cumulativen Anpaſſung, des Nichtgebrauchs und der mangelnden Uebung der Organe; aber zum großen Theile kommen dieſelben ſicher auch auf Rechnung der wechſelbezüglichen oder correlativen Anpaſſung.

Ein ſiebentes Anpaſſungsgeſetz, das vierte in der Gruppe der directen Anpaſſungen, iſt das Geſetz der abweichenden oder divergenten Anpaſſung. Wir verſtehen darunter die Erſcheinung, daß urſprünglich gleichartig angelegte Theile ſich durch den Einfluß äußerer Bedingungen in verſchiedener Weiſe ausbilden. Dieſes Anpaſſungsgeſetz iſt ungemein wichtig für die Erklärung der Arbeitstheilung oder des Polymorphismus. An uns ſelbſt können wir es ſehr leicht erkennen, z. B. in der Thätigkeit unſerer beiden Hände. Die rechte Hand wird gewöhnlich von uns an ganz andere Arbeiten gewöhnt, als die linke; es entſteht in Folge der abweichenden Beſchäftigung auch eine verſchiedene Bildung der beiden Hände. Die rechte Hand, welche man gewöhnlich viel mehr braucht, als die linke, zeigt ſtärker entwickelte Nerven, Muskeln und Knochen. Daſſelbe gilt auch vom ganzen Arm. Knochen und Fleiſch des rechten Arms ſind bei den meiſten Menſchen in Folge ſtärkeren Gebrauchs ſtärker und

schwerer als die des linken Arms. Da nun aber der bevorzugte Gebrauch des rechten Arms bei der kaukasischen Rasse schon seit Jahrtausenden eingebürgert und vererbt ist, so ist auch die stärkere Form und Größe des rechten Arms bereits erblich geworden. Der treffliche holländische Naturforscher P. Harting hat durch Messung und Wägung an Neugeborenen gezeigt, daß auch bei diesen bereits der rechte Arm den linken übertrifft.

Nach demselben Gesetze der divergenten Anpassung sind auch häufig die beiden Augen verschieden entwickelt. Wenn man sich z. B. als Naturforscher gewöhnt, immer nur mit dem einen Auge (am besten mit dem linken) zu mikroskopiren, und mit dem anderen nicht, so erlangt das eine eine ganz andere Beschaffenheit, als das andere, und diese Arbeitstheilung ist von großem Vortheil. Das eine Auge wird dann kurzsichtiger, geeigneter für das Sehen in die Nähe, das andere Auge weitsichtiger, schärfer für den Blick in die Ferne. Wenn man dagegen abwechselnd mit beiden Augen mikroskopirt, so erlangt man nicht auf dem einen Auge den Grad der Kurzsichtigkeit, auf dem andern den Grad der Weitsichtigkeit, welchen man durch eine weise Vertheilung dieser verschiedenen Gesichtsfunctionen auf beide Augen erreicht. Zunächst wird auch hier wieder durch die Gewohnheit die Function, die Thätigkeit der ursprünglich gleich gebildeten Organe ungleich, divergent; allein die Function wirkt wiederum auf die Form des Organs zurück, und daher finden wir bei einer längeren Dauer jenes Einflusses eine Veränderung in den feineren Formbestandtheilen und in den Wachsthumverhältnissen der abweichenden Theile, die zuletzt auch in den gröberen Umrissen erkennbar wird.

Unter den Pflanzen können wir die abweichende oder divergente Anpassung besonders bei den Schlinggewächsen sehr leicht wahrnehmen. Aeste einer und derselben Schlingpflanze, welche ursprünglich gleichartig angelegt sind, erhalten eine ganz verschiedene Form und Ausdehnung, einen ganz verschiedenen Krümmungsgrad und Durchmesser der Spiralwindung, je nachdem sie um einen dünneren oder dickeren Stab sich herumwinden. Ebenso ist auch die abweichende

Veränderung der Formen ursprünglich gleich angelegter Theile, welche divergent nach verschiedenen Richtungen unter abweichenden äußeren Bedingungen sich entwickeln, in vielen anderen Erscheinungen der Formbildung bei Thieren und Pflanzen deutlich nachweisbar. Indem diese abweichende oder divergente Anpassung mit der fortschreitenden Vererbung in Wechselwirkung tritt, wird sie die Ursache der Arbeitstheilung der verschiedenen Organe.

Ein achtes und letztes Anpassungsgesetz können wir als das Gesetz der unbeschränkten oder unendlichen Anpassung bezeichnen. Wir wollen damit einfach ausdrücken, daß uns keine Grenze für die Veränderung der organischen Formen durch den Einfluß der äußeren Existenzbedingungen bekannt ist. Wir können von keinem einzigen Theil des Organismus behaupten, daß er nicht mehr veränderlich sei, daß, wenn man ihn unter neue äußere Bedingungen brächte, er durch diese nicht verändert werden würde. Noch niemals hat sich in der Erfahrung eine Grenze für die Abänderung nachweisen lassen. Wenn z. B. ein Organ durch Nichtgebrauch degenerirt, so geht diese Degeneration schließlich bis zum vollständigen Schwunde des Organs fort, wie es bei den Augen vieler Thiere der Fall ist. Andrerseits können wir durch fortwährende Uebung, Gewohnheit, und immer gesteigerten Gebrauch eines Organs dasselbe in einem Maße vervollkommnen, wie wir es von vornherein für unmöglich gehalten haben würden. Wenn man die uncivilisirten Wilden mit den Culturvölkern vergleicht, so findet man bei jenen eine Ausbildung der Sinnesorgane, Gesicht, Geruch, Gehör, von der die Culturvölker keine Ahnung haben. Umgekehrt ist bei den höheren Culturvölkern das Gehirn, die Geistesthätigkeit in einem Grade entwickelt, von welchem die rohen Wilden keine Vorstellung besitzen.

Allerdings scheint für jeden Organismus eine Grenze der Anpassungsfähigkeit durch den Typus seines Stammes oder Phylum gegeben zu sein, d. h. durch die wesentlichen Grundeigenschaften dieses Stammes, welche von dem gemeinsamen Stammvater desselben ererbt sind und sich durch conservative Vererbung auf alle Descen-

denten deſſelben übertragen. So kann z. B. niemals ein Wirbelthier ſtatt des charakteriſtiſchen Rückenmarks der Wirbelthiere das Bauchmark der Gliederthiere ſich erwerben. Allein innerhalb dieſer erblichen Grundform, innerhalb dieſes unveräußerlichen Typus, iſt der Grad der Anpaſſungsfähigkeit unbeſchränkt. Die Biegſamkeit und Flüſſigkeit der organiſchen Form äußert ſich innerhalb deſſelben frei nach allen Richtungen hin, und in ganz unbeſchränktem Umfang. Es giebt aber einzelne Thiere, wie z. B. die durch Paraſitismus rückgebildeten Krebsthiere und Würmer, welche ſelbſt jene Grenze des Typus zu überſpringen ſcheinen, und durch erſtaunlich weit gehende Degeneration faſt alle weſentlichen Charaktere ihres Stammes eingebüßt haben. Was die Anpaſſungsfähigkeit des Menſchen betrifft, ſo iſt dieſelbe, wie bei allen anderen Thieren, ebenfalls unbegrenzt, und da ſich dieſelbe beim Menſchen vor allen in der Umbildung des Gehirns äußert, ſo läßt ſich durchaus keine Grenze der Erkenntniß ſetzen, welche der Menſch bei weiter fortſchreitender Geiſtesbildung nicht würde überſchreiten können. Auch der menſchliche Geiſt genießt nach dem Geſetze der unbeſchränkten Anpaſſung eine unendliche Perſpective für ſeine Vervollkommnung in der Zukunft.

Dieſe Bemerkungen genügen wohl, um die Tragweite der Anpaſſungserſcheinungen hervorzuheben und ihnen das größte Gewicht zuzuſchreiben. Die Anpaſſungsgeſetze, die Thatſachen der Veränderung durch den Einfluß äußerer Bedingungen, ſind von ebenſo großer Bedeutung, wie die Vererbungsgeſetze. Alle Anpaſſungserſcheinungen laſſen ſich in letzter Linie zurückführen auf die Ernährungsverhältniſſe des Organismus, in gleicher Weiſe wie die Vererbungserſcheinungen in den Fortpflanzungsverhältniſſen begründet ſind; dieſe aber ſowohl als jene ſind weiter zurückzuführen auf chemiſche und phyſikaliſche Gründe, alſo auf mechaniſche Urſachen. Lediglich durch die Wechſelwirkung derſelben entſtehen nach Darwin's Selectionstheorie die neuen Formen der Organismen, die Umbildungen, welche die künſtliche Züchtung im Culturzuſtande, die natürliche Züchtung im Naturzuſtande hervorbringt.

Elfter Vortrag.

Die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Daſein. Arbeitstheilung und Fortſchritt.

Wechſelwirkung der beiden organiſchen Bildungstriebe, der Vererbung und Anpaſſung. Natürliche und künſtliche Züchtung. Kampf um's Daſein oder Wettkampf um die Lebensbedürfniſſe. Mißverhältniß zwiſchen der Zahl der möglichen (potentiellen) und der Zahl der wirklichen (actuellen) Individuen. Verwickelte Wechſelbeziehungen aller benachbarten Organismen. Wirkungsweiſe der natürlichen Züchtung. Gleichfarbige Zuchtwahl als Urſache der ſympathiſchen Färbungen. Geſchlechtliche Zuchtwahl als Urſache der ſecundären Sexualcharaktere. Geſetz der Sonderung oder Arbeitstheilung (Polymorphismus, Differenzirung, Divergenz des Charakters). Uebergang der Varietäten in Species. Begriff der Species. Baſtardzeugung. Geſetz des Fortſchritts oder der Vervollkommnung (Progreſſus, Teleoſis).

Meine Herren! Um zu einem richtigen Verſtändniß des Darwinismus zu gelangen, iſt es vor Allem nothwendig, die beiden organiſchen Functionen genau in das Auge zu faſſen, die wir in den letzten Vorträgen betrachtet haben, die Vererbung und Anpaſſung. Wenn man nicht einerſeits die rein mechaniſche Natur dieſer beiden phyſiologiſchen Thätigkeiten und die mannichfaltige Wirkung ihrer verſchiedenen Geſetze in's Auge faßt, und wenn man nicht andrerſeits erwägt, wie verwickelt die Wechſelwirkung dieſer verſchiedenen Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze nothwendig ſein muß, ſo wird man nicht begreifen, daß dieſe beiden Functionen für ſich allein die ganze Mannichfaltigkeit der Thier- und Pflanzenformen ſollen erzeugen können; und doch iſt das in der That der Fall.

Wir ſind wenigſtens bis jetzt nicht im Stande geweſen, andere formbildende Urſachen aufzufinden, als dieſe beiden; und wenn wir die nothwendige und unendlich verwickelte Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung richtig verſtehen, ſo haben wir auch gar nicht mehr nöthig, noch nach anderen unbekannten Urſachen der Umbildung der organiſchen Geſtalten zu ſuchen. Jene beiden Grundurſachen erſcheinen uns dann völlig genügend.

Schon früher, lange bevor Darwin ſeine Selectionstheorie aufſtellte, nahmen einige Naturforſcher, insbeſondere Goethe, als Urſache der organiſchen Formenmannichfaltigkeit die Wechſelwirkung zweier verſchiedener Bildungstriebe an, eines conſervativen oder erhaltenden, und eines umbildenden oder fortſchreitenden Bildungstriebes. Erſteren nannte Goethe den centripetalen oder Specificationstrieb, letzteren den centrifugalen oder den Trieb der Metamorphoſe (S. 81). Dieſe beiden Triebe entſprechen vollſtändig den beiden Functionen der Vererbung und der Anpaſſung. Die Vererbung iſt der centripetale oder innere Bildungstrieb, welcher beſtrebt iſt die organiſche Form in ihrer Art zu erhalten, die Nachkommen den Eltern gleich zu geſtalten, und Generationen hindurch immer Gleichartiges zu erzeugen. Die Anpaſſung dagegen, welche der Vererbung entgegenwirkt, iſt der centrifugale oder äußere Bildungstrieb, welcher beſtändig beſtrebt iſt, durch die veränderlichen Einflüſſe der Außenwelt die organiſchen Formen umzubilden, neue Formen aus den vorhergehenden zu ſchaffen und die Conſtanz der Species, die Beſtändigkeit der Art gänzlich aufzuheben. Je nachdem die Vererbung oder die Anpaſſung das Uebergewicht im Kampfe erhält, bleibt die Speciesform beſtändig oder ſie bildet ſich in eine neue Art um. Der in jedem Augenblick ſtattfindende Grad der Formbeſtändigkeit bei den verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten iſt einfach das nothwendige Reſultat des augenblicklichen Uebergewichts, welches jede dieſer beiden Bildungskräfte (oder phyſiologiſchen Functionen) über die andere erlangt hat.

Wenn wir nun zurückkehren zu der Betrachtung des Züchtungs-

vorgangs, der Auslese oder Selection, die wir bereits im siebenten Vortrag in ihren Grundzügen untersuchten, so werden wir jetzt um so klarer und bestimmter erkennen, daß sowohl die künstliche als die natürliche Züchtung einzig und allein auf der Wechselwirkung dieser beiden Functionen oder Bildungstriebe beruhen. Wenn Sie die Thätigkeit des künstlichen Züchters, des Landwirths oder Gärtners, scharf in's Auge fassen, so erkennen Sie, daß nur jene beiden Bildungskräfte von ihm zur Hervorbringung neuer Formen benutzt werden. Die ganze Kunst der künstlichen Zuchtwahl beruht eben nur auf einer denkenden und vernünftigen Anwendung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze, auf einer kunstvollen und planmäßigen Benutzung und Regulirung derselben. Dabei ist der vervollkommnete menschliche Wille die auslesende, züchtende Kraft.

Ganz ähnlich verhält sich die natürliche Züchtung. Auch diese benutzt bloß jene beiden organischen Bildungskräfte, jene physiologischen Grundeigenschaften der Anpassung und Vererbung, um die verschiedenen Arten oder Species hervorzubringen. Dasjenige züchtende Princip aber, diejenige auslesende Kraft, welche bei der künstlichen Züchtung durch den planmäßig wirkenden und bewußten Willen des Menschen vertreten wird, ist bei der natürlichen Züchtung der planlos wirkende und unbewußte Kampf um's Dasein. Was wir unter „Kampf um's Dasein" verstehen, haben wir im siebenten Vortrage bereits auseinandergesetzt. Es ist gerade die Erkenntniß dieses äußerst wichtigen Verhältnisses eines der größten Verdienste Darwin's. Da aber dieses Verhältniß sehr häufig unvollkommen oder falsch verstanden wird, ist es nothwendig, dasselbe jetzt noch näher in's Auge zu fassen, und an einigen Beispielen die Wirksamkeit des Kampfes um's Dasein, die Thätigkeit der natürlichen Züchtung durch den Kampf um's Dasein zu erläutern. (Gen. Morph. II, 231).

Wir gingen bei der Betrachtung des Kampfes um's Dasein von der Thatsache aus, daß die Zahl der Keime, welche alle Thiere und Pflanzen erzeugen, unendlich viel größer ist, als die Zahl der Individuen, welche wirklich in das Leben treten und sich längere oder kürzere Zeit

am Leben erhalten können. Die meiſten Organismen erzeugen während ihres Lebens Tauſende oder Millionen von Keimen, aus deren jedem ſich unter günſtigen Umſtänden ein neues Individuum entwickeln könnte. Bei den meiſten Thieren ſind dieſe Keime Eier, bei den meiſten Pflanzen den Eiern entſprechende Zellen (Embryobläschen), welche zu ihrer weiteren Entwickelung der geſchlechtlichen Befruchtung bedürfen. Dagegen bei den Protiſten, niederſten Organismen, welche weder Thiere noch Pflanzen ſind, und welche ſich bloß ungeſchlechtlich fortpflanzen, bedürfen die Keimzellen oder Sporen keiner Befruchtung. In allen Fällen ſteht nun die Zahl ſowohl dieſer ungeſchlechtlichen als jener geſchlechtlichen Keime in gar keinem Verhältniß zu der Zahl der wirklich lebenden Individuen.

Im Großen und Ganzen genommen bleibt die Zahl der lebenden Thiere und Pflanzen auf unſerer Erde durchſchnittlich immer dieſelbe. Die Zahl der Stellen im Naturhaushalt iſt beſchränkt, und an den meiſten Punkten der Erdoberfläche ſind dieſe Stellen immer annähernd beſetzt. Gewiß finden überall in jedem Jahre Schwankungen in der abſoluten und in der relativen Individuenzahl aller Arten ſtatt. Allein im Großen und Ganzen genommen werden dieſe Schwankungen nur geringe Bedeutung haben gegenüber der Thatſache, daß die Geſammtzahl aller Individuen durchſchnittlich beinahe conſtant bleibt. Der Wechſel, der überall ſtattfindet, beſteht darin, daß in einem Jahre dieſe und im andern Jahre jene Reihe von Thieren und Pflanzen überwiegt, und daß in jedem Jahre der Kampf um's Daſein dieſes Verhältniß wieder etwas anders geſtaltet.

Jede einzelne Art von Thieren und Pflanzen würde in kurzer Zeit die ganze Erdoberfläche dicht bevölkert haben, wenn ſie nicht mit einer Menge von Feinden und feindlichen Einflüſſen zu kämpfen hätte. Schon Linné berechnete, daß wenn eine einjährige Pflanze nur zwei Samen hervorbrächte (und es gibt keine, die ſo wenig erzeugt), ſie in 20 Jahren ſchon eine Million Individuen geliefert haben würde. Darwin berechnete vom Elephanten, der ſich am langſamſten von allen Thieren zu vermehren ſcheint, daß in 500 Jahren die Nachkom-

menſchaft eines einzigen Paares bereits 15 Millionen Individuen betragen würde, vorausgeſetzt, daß jeder Elephant während der Zeit ſeiner Fruchtbarkeit (vom 30. bis 90. Jahre) nur 3 Paar Junge erzeugte. Ebenſo würde die Zahl der Menſchen, wenn man die mittlere Fortpflanzungszahl zu Grunde legt, und wenn keine Hinderniſſe der natürlichen Vermehrung im Wege ſtünden, bereits in 25 Jahren ſich verdoppelt haben. In jedem Jahrhundert würde die Geſammtzahl der menſchlichen Bevölkerung um das ſechszehnfache geſtiegen ſein. Nun wiſſen Sie aber, daß die Geſammtzahl der Menſchen nur ſehr langſam wächſt, und daß die Zunahme der Bevölkerung in verſchiedenen Gegenden ſehr verſchieden iſt. Während europäiſche Stämme ſich über den ganzen Erdball ausbreiten, gehen andere Stämme, ja ſogar ganze Arten oder Species des Menſchengeſchlechts mit jedem Jahre mehr ihrem völligen Ausſterben entgegen. Dies gilt namentlich von den Rothhäuten Amerikas und ebenſo von den ſchwarzbraunen Eingeborenen Auſtraliens. Selbſt wenn dieſe Völker ſich reichlicher fortpflanzten, als die weiße Menſchenart Europas, würden ſie dennoch früher oder ſpäter der letzteren im Kampfe um's Daſein erliegen. Von allen menſchlichen Individuen aber, ebenſo wie von allen übrigen Organismen, geht bei weitem die überwiegende Mehrzahl in der früheſten Lebenszeit zu Grunde. Von der ungeheuren Maſſe von Keimen, die jede Art erzeugt, gelangen nur ſehr wenige wirklich zur Entwickelung, und von dieſen wenigen iſt es wieder nur ein ganz kleiner Bruchtheil, welcher das Alter erreicht, in dem er ſich fortpflanzen kann. (Vergl. S. 145.)

Aus dieſem Mißverhältniß zwiſchen der ungeheuren Ueberzahl der organiſchen Keime und der geringen Anzahl von auserwählten Individuen, die wirklich neben und mit einander fortbeſtehen können, folgt mit Nothwendigkeit jener allgemeine Kampf um's Daſein, jenes beſtändige Ringen um die Exiſtenz, jener unaufhörliche Wettkampf um die Lebensbedürfniſſe, von welchem ich Ihnen bereits im ſiebenten Vortrage ein Bild entwarf. Jener Kampf um's Daſein iſt es, welcher die natürliche Züchtung veranlaßt, welcher die Wechſelwir-

kung der Vererbungs- und Anpaſſungserſcheinungen züchtend benutzt und dadurch an einer beſtändigen Umbildung aller organiſchen Formen arbeitet. Immer werden in jenem Kampf um die Erlangung der nothwendigen Exiſtenzbedingungen diejenigen Individuen ihre Nebenbuhler beſiegen, welche irgend eine individuelle Begünſtigung, eine vortheilhafte Eigenſchaft beſitzen, die ihren Mitbewerbern fehlt. Freilich können wir nur in den wenigſten Fällen, bei uns näher bekannten Thieren und Pflanzen, uns eine ungefähre Vorſtellung von der unendlich complicirten Wechſelwirkung der zahlreichen Verhältniſſe machen, welche alle hierbei in Frage kommen. Denken Sie nur daran, wie unendlich mannichfaltig und verwickelt die Beziehungen jedes einzelnen Menſchen zu den übrigen und überhaupt zu der ihn umgebenden Außenwelt ſind. Aehnliche Beziehungen walten aber auch zwiſchen allen Thieren und Pflanzen, die an einem Orte mit einander leben. Alle wirken gegenſeitig, activ oder paſſiv, auf einander ein. Jedes Thier, jede Pflanze kämpft direct mit einer Anzahl von Feinden, welche denſelben nachſtellen, mit Raubthieren, paraſitiſchen Thieren u. ſ. w. Die zuſammenſtehenden Pflanzen kämpfen mit einander um den Bodenraum, den ihre Wurzeln bedürfen, um die nothwendige Menge von Licht, Luft, Feuchtigkeit u. ſ. w. Ebenſo ringen die Thiere eines jeden Bezirks mit einander um ihre Nahrung, Wohnung u. ſ. w. Es wird in dieſem äußerſt lebhaften und verwickelten Kampf jeder noch ſo kleine perſönliche Vorzug, jeder individuelle Vortheil möglicherweiſe den Ausſchlag geben können, zu Gunſten ſeines Beſitzers. Dieſes bevorzugte einzelne Individuum bleibt im Kampfe Sieger und pflanzt ſich fort, während ſeine Mitbewerber zu Grunde gehen, ehe ſie zur Fortpflanzung gelangen. Der perſönliche Vorzug, welcher ihm den Sieg verlieh, wird auf ſeine Nachkommen vererbt, und kann durch weitere Ausbildung die Urſache zur Bildung einer neuen Art werden.

Die unendlich verwickelten Wechſelbeziehungen, welche zwiſchen den Organismen eines jeden Bezirks beſtehen, und welche als die eigentlichen Bedingungen des Kampfes um's Daſein angeſehen wer-

den müſſen, ſind uns größtentheils unbekannt und meiſtens auch ſehr ſchwierig zu erforſchen. Nur in einzelnen Fällen haben wir dieſelben bisher bis zu einem gewiſſen Grade verfolgen können, ſo z. B. in dem von Darwin angeführten Beiſpiel von den Beziehungen der Katzen zum rothen Klee in England. Die rothe Kleeart (Trifolium pratense), welche in England eines der vorzüglichſten Futterkräuter für das Rindvieh bildet, bedarf, um zur Samenbildung zu gelangen, des Beſuchs der Hummeln. Indem dieſe Inſecten den Honig aus dem Grunde der Kleeblüthe ſaugen, bringen ſie den Blüthenſtaub mit der Narbe in Berührung und vermitteln ſo die Befruchtung der Blüthe, welche ohne ſie niemals erfolgt. Darwin hat durch Verſuche gezeigt, daß rother Klee, den man von dem Beſuche der Hummeln abſperrt, keinen einzigen Samen liefert. Die Zahl der Hummeln iſt bedingt durch die Zahl ihrer Feinde, unter denen die Feldmäuſe die verderblichſten ſind. Je mehr die Feldmäuſe überhand nehmen, deſto weniger wird der Klee befruchtet. Die Zahl der Feldmäuſe iſt wiederum von der Zahl ihrer Feinde abhängig, zu denen namentlich die Katzen gehören. Daher giebt es in der Nähe der Dörfer und Städte, wo viel Katzen gehalten werden, beſonders viel Hummeln. Eine große Zahl von Katzen iſt alſo offenbar von großem Vortheil für die Befruchtung des Klees. Man kann nun, wie es von Karl Vogt geſchehen iſt, dieſes Beiſpiel noch weiter verfolgen, wenn man erwägt, daß das Rindvieh, welches ſich von dem rothen Klee nährt, eine der wichtigſten Grundlagen des Wohlſtands von England iſt. Die Engländer conſerviren ihre körperlichen und geiſtigen Kräfte vorzugsweiſe dadurch, daß ſie ſich größtentheils von trefflichem Fleiſch, namentlich ausgezeichnetem Roſtbeaf und Beafſteak nähren. Dieſer vorzüglichen Fleiſchnahrung verdanken die Britten zum großen Theil das Uebergewicht ihres Gehirns und Geiſtes über die anderen Nationen. Offenbar iſt dieſes aber indirect abhängig von den Katzen, welche die Feldmäuſe verfolgen. Man kann auch mit Huxley auf die alten Jungfern zurückgehen, welche vorzugsweiſe die Katzen hegen und

pflegen, und ſomit für die Befruchtung des Klees und den Wohlſtand Englands von größter Wichtigkeit ſind. An dieſem Beiſpiel können Sie erkennen, daß, je weiter man daſſelbe verfolgt, deſto größer der Kreis der Wirkungen und der Wechſelbeziehungen wird. Man kann aber mit Beſtimmtheit behaupten, daß bei jeder Pflanze und bei jedem Thiere eine Maſſe ſolcher Wechſelbeziehungen exiſtiren. Nur ſind wir ſelten im Stande, die Kette derſelben ſo herzuſtellen, und zu überſehen, wie es hier der Fall iſt.

Ein anderes merkwürdiges Beiſpiel von wichtigen Wechſelbeziehungen iſt nach Darwin folgendes: In Paraguay finden ſich keine verwilderten Rinder und Pferde, wie in den benachbarten Theilen Südamerikas, nördlich und ſüdlich von Paraguay. Dieſer auffallende Umſtand erklärt ſich einfach dadurch, daß in dieſem Lande eine kleine Fliege ſehr häufig iſt, welche die Gewohnheit hat, ihre Eier in den Nabel der neugeborenen Rinder und Pferde zu legen. Die neugeborenen Thiere ſterben in Folge dieſes Eingriffs, und jene kleine gefürchtete Fliege iſt alſo die Urſache, daß die Rinder und Pferde in dieſem Diſtrict niemals verwildern. Angenommen, daß durch irgend einen inſectenfreſſenden Vogel jene Fliege zerſtört würde, ſo würden in Paraguay ebenſo wie in den benachbarten Theilen Südamerikas dieſe großen Säugethiere maſſenhaft verwildern, und da dieſelben eine Menge von beſtimmten Pflanzenarten verzehren, würde die ganze Flora, und in Folge davon wiederum die ganze Fauna dieſes Landes eine andere werden. Daß in Folge davon auch die ganze Oekonomie und ſomit der Charakter der menſchlichen Bevölkerung ſich ändern würde, braucht nicht erſt geſagt zu werden.

So kann das Gedeihen oder ſelbſt die Exiſtenz ganzer Völkerſchaften durch eine einzige kleine, an ſich höchſt unbedeutende Thier- oder Pflanzen-Form indirect bedingt werden. Es giebt kleine oceaniſche Inſeln, deren menſchliche Bewohner weſentlich nur von einer Palmenart leben. Die Befruchtung dieſer Palme wird vorzüglich durch Inſecten vermittelt, die den Blüthenſtaub von den männlichen auf die weiblichen Palmbäume übertragen. Die Exiſtenz dieſer nütz-

lichen Inſecten wird durch inſectenfreſſende Vögel gefährdet, die ihrerſeits wieder von Raubvögeln verfolgt werden. Die Raubvögel aber unterliegen oft dem Angriffe einer kleinen paraſitiſchen Milbe, die ſich zu Millionen in ihrem Federkleid entwickelt. Dieſer kleine gefährliche Paraſit kann wiederum durch paraſitiſche Pilze getödtet werden. Pilze, Raubvögel und Inſecten würden in dieſem Falle das Gedeihen der Palmen und ſomit der Menſchen begünſtigen, Vogelmilben und inſectenfreſſende Vögel dagegen gefährden.

Intereſſante Beiſpiele für die Veränderung der Wechſelbeziehungen im Kampf um's Daſein liefern auch jene iſolirten und von Menſchen unbewohnten oceaniſchen Inſeln, auf denen zu verſchiedenen Malen von Seefahrern Ziegen oder Schweine ausgeſetzt wurden. Dieſe Thiere verwilderten und nahmen aus Mangel an Feinden an Zahl bald ſo übermäßig zu, daß die ganze übrige Thier- und Pflanzenbevölkerung darunter litt, und daß ſchließlich die Inſel beinahe ausſtarb, weil den zu maſſenhaft ſich vermehrenden großen Säugethieren die hinreichende Nahrung fehlte. In einigen Fällen wurden auf einer ſolchen von Ziegen oder Schweinen übervölkerten Inſel ſpäter von anderen Seefahrern ein Paar Hunde ausgeſetzt, die ſich in dieſem Futterüberfluß ſehr wohl befanden, ſich wieder ſehr raſch vermehrten und furchtbar unter den Heerden aufräumten, ſo daß nach einer Anzahl von Jahren den Hunden ſelbſt das Futter fehlte, und auch ſie beinahe ausſtarben. So wechſelt beſtändig in der Oekonomie der Natur das Gleichgewicht der Arten, je nachdem die eine oder andere Art ſich auf Koſten der übrigen vermehrt. In den meiſten Fällen ſind freilich die Beziehungen der verſchiedenen Thier- und Pflanzenarten zu einander viel zu verwickelt, als daß wir ihnen nachkommen könnten, und ich überlaſſe es Ihrem eigenen Nachdenken, ſich auszumalen, welches unendlich verwickelte Getriebe an jeder Stelle der Erde in Folge dieſes Kampfes ſtattfinden muß. In letzter Inſtanz ſind die Triebfedern, welche den Kampf bedingen, und welche den Kampf an allen verſchiedenen Stellen verſchieden geſtalten und modificiren, die Triebfedern der Selbſterhaltung, und zwar

ſowohl der Erhaltungstrieb der Individuen (Ernährungstrieb), als der Erhaltungstrieb der Arten (Fortpflanzungstrieb). Dieſe beiden Grundtriebe der organiſchen Selbſterhaltung ſind es, von denen Schiller ſagt:

„Einſtweilen bis den Bau der Welt
„Philoſophie zuſammenhält,
„Erhält ſich ihr Getriebe
„Durch Hunger und durch Liebe."

Dieſe beiden mächtigen Grundtriebe ſind es, welche durch ihre verſchiedene Ausbildung in den verſchiedenen Arten den Kampf um's Daſein ſo ungemein mannichfaltig geſtalten, und welche den Erſcheinungen der Vererbung und Anpaſſung zu Grunde liegen. Wir konnten alle Vererbung auf die Fortpflanzung, alle Anpaſſung auf die Ernährung als die materielle Grundurſache zurückführen.

Der Kampf um das Daſein wirkt bei der natürlichen Züchtung ebenſo züchtend oder ausleſend, wie der Wille des Menſchen bei der künſtlichen Züchtung. Aber dieſer wirkt planmäßig und bewußt, jener planlos und unbewußt. Dieſer wichtige Unterſchied zwiſchen der künſtlichen und natürlichen Züchtung verdient beſondere Beachtung. Denn wir lernen hierdurch verſtehen, warum zweckmäßige Einrichtungen ebenſo durch zwecklos wirkende mechaniſche Urſachen, wie durch zweckmäßig thätige Endurſachen erzeugt werden können. Die Producte der natürlichen Züchtung ſind ebenſo und noch mehr zweckmäßig eingerichtet, wie die Kunſtproducte des Menſchen, und dennoch verdanken ſie ihre Entſtehung nicht einer zweckmäßig thätigen Schöpferkraft, ſondern einem unbewußt und planlos wirkenden mechaniſchen Verhältniß. Wenn man nicht tiefer über die Wechſelwirkung der Vererbung und Anpaſſung unter dem Einfluß des Kampfes um's Daſein nachgedacht hat, ſo iſt man zunächſt nicht geneigt, ſolche Erfolge von dieſem natürlichen Züchtungsproceß zu erwarten, wie derſelbe in der That liefert. Es iſt daher wohl angemeſſen, hier ein Paar beſonders einleuchtende Beiſpiele von der Wirkſamkeit der natürlichen Züchtung anzuführen.

Laſſen Sie uns zunächſt die von Darwin hervorgehobene gleichfarbige Zuchtwahl oder die ſogenannte „ſympathiſche Farbenwahl“ der Thiere betrachten. Schon frühere Naturforſcher haben es ſonderbar gefunden, daß zahlreiche Thiere im Großen und Ganzen dieſelbe Färbung zeigen wie der Wohnort, oder die Umgebung, in der ſie ſich beſtändig aufhalten. So ſind z. B. die Blattläuſe und viele andere auf Blättern lebende Inſecten grün gefärbt. Die Wüſtenbewohner, Springmäuſe, Wüſtenfüchſe, Gazellen, Löwen u. ſ. w. ſind meiſt gelb oder gelblichbraun gefärbt, wie der Sand der Wüſte. Die Polarthiere, welche auf Eis und Schnee leben, ſind weiß oder grau, wie Eis und Schnee. Viele von dieſen ändern ihre Färbung im Sommer und Winter. Im Sommer, wenn der Schnee theilweis vergeht, wird das Fell dieſer Polarthiere graubraun oder ſchwärzlich wie der nackte Erdboden, während es im Winter wieder weiß wird. Schmetterlinge und Colibris, welche die bunten, glänzenden Blüthen umſchweben, gleichen dieſen in der Färbung. Darwin erklärt nun dieſe auffallende Thatſache ganz einfach dadurch, daß eine ſolche Färbung, die übereinſtimmt mit der des Wohnortes, den betreffenden Thieren von größtem Nutzen iſt. Wenn dieſe Thiere Raubthiere ſind, ſo werden ſie ſich dem Gegenſtand ihres Appetits viel ſicherer und unbemerkter nähern können, und ebenſo werden die von ihnen verfolgten Thiere viel leichter entfliehen können, wenn ſie ſich in der Färbung möglichſt wenig von ihrer Umgebung unterſcheiden. Wenn alſo urſprünglich eine Thierart in allen Farben variirte, ſo werden diejenigen Individuen, deren Farbe am meiſten derjenigen ihrer Umgebung glich, im Kampf um's Daſein am meiſten begünſtigt geweſen ſein. Sie blieben unbemerkter, erhielten ſich und pflanzten ſich fort, während die anders gefärbten Individuen oder Spielarten ausſtarben.

Aus derſelben gleichfarbigen Zuchtwahl läßt ſich wohl auch die merkwürdige Waſſerähnlichkeit der pelagiſchen Glasthiere erklären, die wunderbare Thatſache, daß die Mehrzahl der pelagiſchen Thiere, d. h. derer, welche an der Oberfläche der offenen See leben, bläulich oder ganz farblos, und glasartig durchſichtig iſt, wie das Waſſer ſelbſt.

Solche farbloſe, glasartige Thiere kommen in den verſchiedenſten Klaſſen vor. Es gehören dahin unter den Fiſchen die Helmichthyiden, durch deren glashellen Körper hindurch man die Schrift eines Buches leſen kann; unter den Weichthieren die Floſſenſchnecken und Kielſchnecken; unter den Würmern die Salpen, Alciope und Sagitta; ferner ſehr zahlreiche pelagiſche Krebsthiere (Cruſtaceen) und der größte Theil der Meduſen (Schirmquallen, Kammquallen u. ſ. w.). Alle dieſe pelagiſchen Thiere, welche an der Oberfläche des offenen Meeres ſchwimmen, ſind glasartig durchſichtig und farblos, wie das Waſſer ſelbſt, während ihre nächſten Verwandten, die auf dem Grunde des Meeres leben, gefärbt und undurchſichtig wie die Landbewohner ſind. Auch dieſe merkwürdige Thatſache läßt ſich ebenſo wie die ſympathiſche Färbung der Landbewohner durch die natürliche Züchtung erklären. Unter den Voreltern der pelagiſchen Glasthiere, welche einen verſchiedenen Grad von Farbloſigkeit und Durchſichtigkeit zeigten, werden diejenigen, welche am meiſten farblos und durchſichtig waren, offenbar in dem lebhaften Kampf um's Daſein, der an der Meeresoberfläche ſtattfindet, am meiſten begünſtigt geweſen ſein. Sie konnten ſich ihrer Beute am leichteſten unbemerkt nähern, und wurden ſelbſt von ihren Feinden am wenigſten bemerkt. So konnten ſie ſich leichter erhalten und fortpflanzen, als ihre mehr gefärbten und undurchſichtigen Verwandten, und ſchließlich erreichte durch gehäufte Anpaſſung und Vererbung, durch natürliche Ausleſe im Laufe vieler Generationen der Körper denjenigen Grad von glasartiger Durchſichtigkeit und Farbloſigkeit, den wir gegenwärtig an den pelagiſchen Glasthieren bewundern (Gen. Morph. II, 242).

Nicht minder intereſſant und lehrreich, als die gleichfarbige Zuchtwahl, iſt diejenige Art der natürlichen Züchtung, welche Darwin die ſexuelle oder geſchlechtliche Zuchtwahl nennt, und welche beſonders die Entſtehung der ſogenannten „ſecundären Sexualcharaktere" erklärt. Wir haben dieſe untergeordneten Geſchlechtscharaktere, die in ſo vieler Beziehung lehrreich ſind, ſchon früher erwähnt, und verſtanden darunter ſolche Eigenthümlichkeiten der Thiere und

Pflanzen, welche bloß einem der beiden Geschlechter zukommen, und welche nicht in unmittelbarer Beziehung zu der Fortpflanzungsthätigkeit selbst stehen. (Vergl. oben S. 188.) Solche secundäre Geschlechtscharaktere kommen in großer Mannichfaltigkeit bei den Thieren vor. Sie wissen Alle, wie auffallend sich bei vielen Vögeln und Schmetterlingen die beiden Geschlechter durch Größe und Färbung unterscheiden. Meist ist hier das Männchen das größere und schönere Geschlecht. Oft besitzt dasselbe besondere Zierrathe oder Waffen, wie z. B. der Sporn und Federkragen des Hahns, das Geweih der männlichen Hirsche und Rehe u. s. w. Alle diese Eigenthümlichkeiten der beiden Geschlechter haben mit der Fortpflanzung selbst, welche durch die „primären Sexualcharaktere", die eigentlichen Geschlechtsorgane, vermittelt wird, unmittelbar Nichts zu thun.

Die Entstehung dieser merkwürdigen „secundären Sexualcharaktere" erklärt nun Darwin einfach durch eine Auslese oder Selection, welche bei der Fortpflanzung der Thiere geschieht. Bei den meisten Thieren ist die Zahl der Individuen beiderlei Geschlechts mehr oder weniger ungleich; entweder ist die Zahl der weiblichen oder die der männlichen Individuen größer, und wenn die Fortpflanzungszeit herannaht, findet in der Regel ein Kampf zwischen den betreffenden Nebenbuhlern um Erlangung der Thiere des anderen Geschlechtes statt. Es ist bekannt, mit welcher Kraft und Heftigkeit gerade bei den höchsten Thieren, bei den Säugethieren und Vögeln, besonders bei den in Polygamie lebenden dieser Kampf gefochten wird. Bei den Hühnervögeln, wo auf einen Hahn zahlreiche Hennen kommen, findet zur Erlangung eines möglichst großen Harems ein lebhafter Kampf zwischen den mitbewerbenden Hähnen statt. Dasselbe gilt von vielen Wiederkäuern. Bei den Hirschen und Rehen z. B. entstehen zur Zeit der Fortpflanzung gefährliche Kämpfe zwischen den Männchen um den Besitz der Weibchen. Der secundäre Sexualcharakter, welcher hier die Männchen auszeichnet, das Geweih der Hirsche und Rehe, das den Weibchen fehlt, ist nach Darwin die Folge jenes Kampfes. Hier ist also nicht, wie beim Kampfe um die individuelle Existenz, die Selbst-

erhaltung, ſondern die Erhaltung der Art, die Fortpflanzung, das Motiv und die beſtimmende Urſache des Kampfes. Es giebt eine ganze Menge von Waffen, die in dieſer Weiſe von den Thieren erworben wurden, ſowohl paſſive Schutzwaffen als active Angriffswaffen. Eine ſolche Schutzwaffe iſt zweifelsohne die Mähne des Löwen, die dem Weibchen abgeht; ſie iſt bei den Biſſen, die die männlichen Löwen ſich am Halſe beizubringen ſuchen, wenn ſie um die Weibchen kämpfen, ein tüchtiges Schutzmittel; und daher ſind die mit der ſtärkſten Mähne verſehenen Männchen in dem ſexuellen Kampfe am Meiſten begünſtigt. Eine ähnliche Schutzwaffe iſt die Wamme des Stiers und der Federkragen des Hahns. Active Angriffswaffen ſind dagegen das Geweih des Hirſches, der Hauzahn des Ebers, der Sporn des Hahns und der entwickelte Oberkiefer des männlichen Hirſchkäfers; alles Inſtrumente, welche beim Kampfe der Männchen um die Weibchen zur Vernichtung oder Vertreibung der Nebenbuhler dienen.

In den letzterwähnten Fällen ſind es die unmittelbaren Vernichtungskämpfe der Nebenbuhler, welche die Entſtehung des ſecundären Sexualcharakters bedingen. Außer dieſen unmittelbaren Vernichtungskämpfen ſind aber bei der geſchlechtlichen Auslеſe auch die mehr mittelbaren Wettkämpfe von großer Wichtigkeit, welche auf die Nebenbuhler nicht minder umbildend einwirken. Dieſe beſtehen vorzugsweiſe darin, daß das werbende Geſchlecht dem anderen zu gefallen ſucht, durch äußeren Putz, durch Schönheit, oder durch eine melodiſche Stimme. Darwin meint, daß die ſchöne Stimme der Singvögel weſentlich auf dieſem Wege entſtanden iſt. Bei vielen Vögeln findet ein wirklicher Sängerkrieg ſtatt zwiſchen den Männchen, die um den Beſitz der Weibchen kämpfen. Von mehreren Singvögeln weiß man, daß zur Zeit der Fortpflanzung die Männchen ſich zahlreich vor den Weibchen verſammeln und vor ihnen ihren Geſang erſchallen laſſen, und daß dann die Weibchen denjenigen Sänger, welcher ihnen am beſten gefällt, zu ihrem Gemahl erwählen. Bei anderen Singvögeln laſſen die einzelnen Männchen in der Einſamkeit des Waldes ihren Geſang ertönen, um die Weibchen an-

zulocken, und diese folgen dem anziehendsten Lockton. Ein ähnlicher musikalischer Wettkampf, der allerdings weniger melodisch ist, findet bei den Cikaden und Heuschrecken statt. Bei den Cikaden hat das Männchen am Unterleib zwei trommelartige Instrumente und erzeugt damit die scharfen zirpenden Töne, welche die alten Griechen seltsamer Weise als schöne Musik priesen. Bei den Heuschrecken bringen die Männchen, theils indem sie die Hinterschenkel wie Violinbogen an den Flügeldecken reiben, theils durch Reiben der Flügeldecken an einander, Töne hervor, die für uns allerdings nicht melodisch sind, die aber den weiblichen Heuschrecken so gut gefallen, daß sie die am besten geigenden Männchen sich aussuchen.

Bei anderen Insecten und Vögeln ist es nicht der Gesang oder überhaupt die musikalische Leistung, sondern der Putz oder die Schönheit des einen Geschlechts, welche das andere anzieht. So finden wir, daß bei den meisten Hühnervögeln die Hähne durch Hautlappen auf dem Kopfe sich auszeichnen, oder durch einen schönen Schweif, den sie radartig ausbreiten, wie z. B. der Pfau und der Truthahn. Auch der prachtvolle Schweif des Paradiesvogels ist eine ausschließliche Zierde des männlichen Geschlechts. Ebenso zeichnen sich bei sehr vielen anderen Vögeln und bei sehr vielen Insecten, namentlich Schmetterlingen, die Männchen durch besondere Farben oder andere Zierden vor den Weibchen aus. Offenbar sind dieselben Producte der sexuellen Züchtung. Da den Weibchen diese Reize und Verzierungen fehlen, so müssen wir schließen, daß dieselben von den Männchen im Wettkampf um die Weibchen erst mühsam erworben worden sind, wobei die Weibchen auslesend wirkten.

Die Anwendung dieses interessanten Schlusses auf die menschliche Gesellschaft können Sie sich selbst leicht im Einzelnen ausmalen. Offenbar sind auch hier dieselben Ursachen bei der Ausbildung der secundären Sexualcharaktere wirksam gewesen. Ebensowohl die Vorzüge, welche den Mann, als diejenigen, welche das Weib auszeichnen, verdanken ihren Ursprung ganz gewiß größtentheils der sexuellen Auslese des anderen Geschlechts. Im Alterthum und im Mittelalter, beson-

ders in der romantischen Ritterzeit, waren es die unmittelbaren Vernichtungskämpfe, die Turniere und Duelle, welche die Brautwahl vermittelten; der Stärkere führte die Braut heim. In neuerer Zeit dagegen sind die mittelbaren Wettkämpfe der Nebenbuhler beliebter, welche mittelst musikalischer Leistungen, Spiel und Gesang, oder mittelst körperlicher Reize, natürlicher Schönheit oder künstlichen Putzes, in unseren sogenannten „feinen" und „hochcivilisirten" Gesellschaften ausgekämpft werden. Bei weitem am Wichtigsten aber von diesen verschiedenen Formen der Geschlechtswahl des Menschen ist die am meisten veredelte Form derselben, nämlich die psychische Auslese, bei welcher die geistigen Vorzüge des einen Geschlechts bestimmend auf die Wahl des anderen einwirken. Indem der am höchsten veredelte Culturmensch sich bei der Wahl der Lebensgefährtin Generationen hindurch von den Seelenvorzügen derselben leiten ließ, und diese auf die Nachkommenschaft vererbte, half er mehr, als durch vieles Andere, die tiefe Kluft schaffen, welche ihn gegenwärtig von den rohesten Naturvölkern und von unseren gemeinsamen thierischen Voreltern trennt. Ueberhaupt ist die Rolle, welche die gesteigerte sexuelle Zuchtwahl, und ebenso die Rolle, welche die vorgeschrittene Arbeitstheilung zwischen beiden Geschlechtern beim Menschen spielt, höchst bedeutend, und ich glaube, daß hierin eine der mächtigsten Ursachen zu suchen ist, welche die phyletische Entstehung und die historische Entwickelung des Menschengeschlechts bewirkten (Gen. Morph. II, 247).

Im Anschluß an diese Betrachtung der natürlichen Züchtung lassen Sie uns nun einen Blick auf die unmittelbaren Folgen werfen, welche aus deren Thätigkeit sich ergeben. Unter diesen Folgen treten uns zunächst zwei äußerst wichtige organische Grundgesetze entgegen, welche man schon lange empirisch in der Biologie festgestellt hatte, nämlich das Gesetz der Arbeitstheilung oder Differenzirung und das Gesetz des Fortschritts oder der Vervollkommnung. Diese beiden Grundgesetze lassen sich durch die Selectionstheorie als nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein erklären. Wir haben diesen Proceß selbst als mechanisch nachgewie-

sen und gezeigt, daß die Vererbung materiell durch die Fortpflanzung, die Anpassung materiell durch die Ernährung bedingt ist, und daß beide Functionen auf mechanische, also physikalische und chemische Ursachen zurückzuführen sind. Wie von der natürlichen Züchtung selbst, so gilt dies auch von jenen beiden großen Erscheinungen, mit denen wir uns jetzt zu beschäftigen haben, von den Gesetzen der Divergenz und des Fortschritts. Man war früher, als man in der geschichtlichen Entwickelung, in der individuellen Entwickelung und in der vergleichenden Anatomie der Thiere und Pflanzen durch die Erfahrung diese beiden Gesetze kennen lernte, geneigt, dieselben wieder auf eine unmittelbare schöpferische Einwirkung zurückzuführen. Es sollte in dem zweckmäßigen Plane des Schöpfers gelegen haben, die Formen der Thiere und Pflanzen im Laufe der Zeit immer mannichfaltiger auszubilden und immer vollkommener zu gestalten. Wir werden offenbar einen großen Schritt in der Erkenntniß der Natur thun, wenn wir diese teleologische und anthropomorphe Vorstellung zurückweisen, und die beiden Gesetze der Arbeitstheilung und Vervollkommnung als nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampfe um's Dasein nachweisen können.

Das erste große Gesetz, welches unmittelbar und mit Nothwendigkeit aus der natürlichen Züchtung folgt, ist dasjenige der Sonderung oder Differenzirung, welche man auch häufig als Arbeitstheilung oder Polymorphismus bezeichnet und welche Darwin als Divergenz des Charakters erläutert. (Gen. Morph. II, 249.) Wir verstehen darunter die allgemeine Neigung aller organischen Individuen, sich in immer höherem Grade ungleichartig auszubilden und von dem gemeinsamen Urbilde zu entfernen. Die Ursache dieser allgemeinen Neigung zur Sonderung und der dadurch bewirkten Hervorbildung ungleichartiger Formen aus gleichartiger Grundlage ist nach Darwin einfach auf den Umstand zurückzuführen, daß der Kampf um's Dasein zwischen je zwei Organismen um so heftiger entbrennt, je näher sich diese Individuen in jeder Beziehung stehen, je gleichartiger sie sind. Dies ist ein

ungemein wichtiges und eigentlich äußerſt einfaches Verhältniß, welches aber gewöhnlich gar nicht gehörig in's Auge gefaßt wird.

Es wird Jedem von Ihnen einleuchten, daß auf einem Acker von beſtimmter Größe neben den Kornpflanzen, die dort ausgeſäet ſind, eine große Anzahl von Unkräutern exiſtiren können, und zwar an Stellen, welche nicht von den Kornpflanzen eingenommen werden könnten. Die trockneren, ſterileren Stellen des Bodens, auf denen keine Kornpflanze gedeihen würde, können noch zum Unterhalt von Unkraut verſchiedener Art dienen; und zwar werden davon um ſo mehr verſchiedene Arten und Individuen neben einander exiſtiren können, je beſſer die verſchiedenen Unkrautarten geeignet ſind, ſich den verſchiedenen Stellen des Ackerbodens anzupaſſen. Ebenſo iſt es mit den Thieren. Offenbar können in einem und demſelben beſchränkten Bezirk eine viel größere Anzahl von thieriſchen Individuen zuſammenleben, wenn dieſelben von mannichfach verſchiedener Natur, als wenn ſie alle gleich ſind. Es giebt Bäume (wie z. B. die Eiche), auf welchen ein paar Hundert verſchiedene Inſectenarten neben einander leben. Die einen nähren ſich von den Früchten des Baumes, die anderen von den Blättern, noch andere von der Rinde, der Wurzel u. ſ. f. Es wäre ganz unmöglich, daß die gleiche Zahl von Individuen auf dieſem Baume lebte, wenn alle von einer Art wären, wenn z. B. alle nur von der Rinde oder nur von den Blättern lebten. Ganz daſſelbe iſt in der menſchlichen Geſellſchaft der Fall. In einer und derſelben kleinen Stadt kann eine beſtimmte Anzahl von Handwerkern nur leben, wenn dieſelben verſchiedene Geſchäfte betreiben. Die Arbeitstheilung, welche ſowohl der ganzen Gemeinde, als auch dem einzelnen Arbeiter den größten Nutzen bringt, iſt eine unmittelbare Folge des Kampfes um's Daſein, der natürlichen Züchtung; denn dieſer Kampf iſt um ſo leichter zu beſtehen, je mehr ſich die Thätigkeit und ſomit auch die Form der verſchiedenen Individuen von einander entfernt. Natürlich wirkt die verſchiedene Function umbildend auf die Form zurück, und die phyſiologiſche Arbeitstheilung bedingt nothwendig die morphologiſche Differenzirung die „Divergenz des Charakters“[37]).

Nun bitte ich Sie wieder zu erwägen, daß alle Thier- und Pflanzenarten veränderlich ſind, und die Fähigkeit beſitzen, ſich an verſchiedenen Orten den localen Verhältniſſen anzupaſſen. Die Spielarten, Varietäten oder Raſſen einer jeden Species werden ſich den Anpaſſungsgeſetzen gemäß um ſo mehr von der urſprünglichen Stammart entfernen, je verſchiedenartiger die neuen Verhältniſſe ſind, denen ſie ſich anpaſſen. Wenn wir nun dieſe von einer gemeinſamen Grundform ausgehenden Varietäten uns in Form eines verzweigten Strahlenbüſchels vorſtellen, ſo werden diejenigen Spielarten am beſten neben einander exiſtiren und ſich fortpflanzen können, welche am weiteſten von einander entfernt ſind, welche an den Enden der Reihe oder auf entgegengeſetzten Seiten des Büſchels ſtehen. Die in der Mitte ſtehenden Uebergangsformen dagegen haben den ſchwierigſten Stand im Kampfe um's Daſein. Die nothwendigen Lebensbedürfniſſe ſind bei den extremen, am weiteſten auseinandergehenden Spielarten am meiſten verſchieden, und daher werden dieſe in dem allgemeinen Kampfe um's Daſein am wenigſten in ernſtlichen Conflict gerathen. Die vermittelnden Zwiſchenformen dagegen, welche ſich am wenigſten von der urſprünglichen Stammform entfernt haben, theilen mehr oder minder dieſelben Lebensbedürfniſſe, und daher werden ſie in der Mitbewerbung um dieſelben am meiſten zu kämpfen haben und am gefährlichſten bedroht ſein. Wenn alſo zahlreiche Varietäten oder Spielarten einer Species auf einem und demſelben Fleck der Erde mit einander leben, ſo können viel eher die Extreme, die am meiſten abweichenden Formen, neben einander fort beſtehen, als die vermittelnden Zwiſchenformen, welche mit jedem der verſchiedenen Extreme zu kämpfen haben. Die letzteren werden auf die Dauer den feindlichen Einflüſſen nicht widerſtehen können, welche die erſteren ſiegreich überwinden. Dieſe allein erhalten ſich, pflanzen ſich fort, und ſind nun nicht mehr durch vermittelnde Uebergangsformen mit der urſprünglichen Stammart verbunden. So entſtehen aus Varietäten „gute Arten.“ Der Kampf um's Daſein begünſtigt nothwendig die allgemeine Divergenz oder das Auseinandergehen der organiſchen Formen, die

beständige Neigung der Organismen, neue Arten zu bilden. Diese beruht nicht auf einer mystischen Eigenschaft, auf einem unbekannten Bildungstrieb der Organismen, sondern auf der Wechselwirkung der Vererbung und Anpassung im Kampfe um's Dasein. Indem von den Varietäten einer jeden Species die vermittelnden Zwischenformen erlöschen und die Uebergangsglieder aussterben, geht der Divergenzproceß immer weiter, und bildet in den Extremen Gestalten aus, die wir als neue Arten unterscheiden.

Obgleich alle Naturforscher die Variabilität oder Veränderlichkeit aller Thier- und Pflanzenarten zugeben müssen, haben doch die meisten bisher bestritten, daß die Abänderung oder Umbildung der organischen Form die ursprüngliche Grenze des Speciescharakters überschreite. Unsere Gegner halten an dem Satze fest: „Soweit auch eine Art in Varietätenbüschel aus einander gehen mag, so sind die Spielarten oder Varietäten derselben doch niemals in dem Grade von einander unterschieden, wie zwei wirkliche gute Arten." Diese Behauptung, die gewöhnlich von Darwin's Gegnern an die Spitze ihrer Beweisführung gestellt wird, ist vollkommen unhaltbar und unbegründet. Dies wird Ihnen sofort klar, sobald Sie kritisch die verschiedenen Versuche vergleichen, den Begriff der Species oder Art festzustellen. Was eigentlich eine „echte oder gute Species" sei, diese Frage vermag kein Naturforscher zu beantworten, trotzdem jeder Systematiker täglich diese Ausdrücke gebraucht, und trotzdem ganze Bibliotheken über die Frage geschrieben worden sind, ob diese oder jene beobachtete Form eine Species oder Varietät, eine wirklich gute oder schlechte Art sei. Die verhältnißmäßig beste und vernünftigste Antwort auf diese Frage war noch immer folgende: „Zu einer Art gehören alle Individuen, die in allen wesentlichen Merkmalen übereinstimmen. Wesentliche Speciescharaktere sind aber solche, welche beständig oder constant sind, und niemals abändern oder variiren." Sobald nun aber der Fall eintrat, daß ein Merkmal, das man bisher für wesentlich hielt, dennoch abänderte, so sagte man: „Dieses Merkmal ist für die Art nicht wesentlich gewesen, denn wesentliche Charak-

tere variiren nicht.“ Man bewegte ſich alſo in einem offenbaren Zirkelſchluß, und die Naivität iſt wirklich erſtaunlich, mit der dieſe Kreisbewegung der Artdefinition in Tauſenden von Büchern als unumſtößliche Wahrheit hingeſtellt und immer noch wiederholt wird.

Ebenſo wie dieſer, ſo ſind auch alle übrigen Verſuche, welche man zu einer feſten und logiſchen Begriffsbeſtimmung der organiſchen „Species“ gemacht hat, völlig fruchtlos und vergeblich geweſen. Der Natur der Sache nach kann es nicht anders ſein. Der Begriff der Species iſt ebenſo gut relativ, und nicht abſolut, wie der Begriff der Varietät, Gattung, Familie, Ordnung, Claſſe u. ſ. w. Ich habe dies in der Kritik des Speciesbegriffs in meiner generellen Morphologie ausführlich nachgewieſen (Gen. Morph. II, 323—364). Ich will mit dieſer unerquicklichen Erörterung hier keine Zeit verlieren, und nur noch ein paar Worte über das Verhältniß der Species zur Baſtardzeugung ſagen. Früher galt es als Dogma, daß zwei gute Arten niemals mit einander Baſtarde zeugen könnten, welche ſich als ſolche fortpflanzten. Man berief ſich dabei faſt immer auf die Baſtarde von Pferd und Eſel, die Maulthiere und Mauleſel, die in der That nur ſelten ſich fortpflanzen können. Allein ſolche unfruchtbare Baſtarde ſind, wie ſich herausgeſtellt hat, ſeltene Ausnahmen, und in der Mehrzahl der Fälle ſind Baſtarde zweier ganz verſchiedenen Arten fruchtbar und können ſich fortpflanzen. Faſt immer können ſie mit einer der beiden Elternarten, bisweilen aber auch rein unter ſich fruchtbar ſich vermiſchen. Daraus können aber nach dem „Geſetze der gemiſchten Vererbung“ ganz neue Formen entſtehen.

In der That iſt ſo die Baſtardzeugung eine Quelle der Entſtehung neuer Arten, verſchieden von der bisher betrachteten Quelle der natürlichen Züchtung. Schon früher habe ich gelegentlich ſolche Baſtard-Arten (Species hybridae) angeführt, insbeſondere das Haſenkaninchen (Lepus Darwinii), welches aus der Kreuzung von Haſen-Männchen mit Kaninchen-Weibchen entſprungen iſt, das Ziegenſchaf (Capra ovina), welches aus der Paarung des Ziegenbocks mit dem weiblichen Schafe entſtanden iſt,

ferner verschiedene Arten der Disteln (Cirsium), der Brombeeren (Rubus) u. s. w. (S. 130—132). Vielleicht sind viele wilde Species auf diesem Wege entstanden, wie es auch Linné schon annahm. Jedenfalls aber beweisen diese Bastard-Arten, die sich so gut wie reine Species erhalten und fortpflanzen, daß die Bastardzeugung nicht dazu dienen kann, den Begriff der Species irgendwie zu charakterisiren.

Daß die vielen vergeblichen Versuche, den Speciesbegriff theoretisch festzustellen, mit der praktischen Speciesunterscheidung gar Nichts zu thun haben, wurde schon früher angeführt (S. 45). Die verschiedenartige praktische Verwerthung des Speciesbegriffs, wie sie sich in der systematischen Zoologie und Botanik durchgeführt findet, ist sehr lehrreich für die Erkenntniß der menschlichen Thorheit. Die bei weitem überwiegende Mehrzahl der Zoologen und Botaniker war bisher bei Unterscheidung und Beschreibung der verschiedenen Thier- und Pflanzenformen vor Allem bestrebt, die verwandten Formen als „gute Species" scharf zu trennen. Allein eine scharfe und folgerichtige Unterscheidung solcher „echten oder guten Arten" zeigte sich nirgends möglich. Es giebt nicht zwei Zoologen, nicht zwei Botaniker, welche in allen Fällen darüber einig wären, welche von den nahe verwandten Formen einer Gattung gute Arten seien und welche nicht. Alle Autoren haben darüber verschiedene Ansichten. Bei der Gattung Hieracium z. B., einer der gemeinsten deutschen Pflanzengattungen, hat man über 300 Arten in Deutschland allein unterschieden. Der Botaniker Fries läßt davon aber nur 106, Koch nur 52 als „gute Arten" gelten, und Andere nehmen deren kaum 20 an. Eben so groß sind die Differenzen bei den Brombeerarten (Rubus). Wo der eine Botaniker über hundert Arten macht, nimmt der zweite bloß etwa die Hälfte, ein dritter nur fünf bis sechs oder noch weniger Arten an. Die Vögel Deutschlands kennt man seit längerer Zeit sehr genau. Bechstein hat in seiner sorgfältigen Naturgeschichte der deutschen Vögel 367 Arten unterschieden, L. Reichenbach 379, Meyer und Wolff 406, und der vogelkundige Pastor Brehm sogar mehr als 900 verschiedene Arten.

Sie ſehen alſo, daß die größte Willkür hier wie in jedem anderen Gebiete der zoologiſchen und botaniſchen Syſtematik herrſcht, und der Natur der Sache nach herrſchen muß. Denn es iſt ganz unmöglich, Varietäten, Spielarten und Raſſen von den ſogenannten „guten Arten" ſcharf zu unterſcheiden. Varietäten ſind beginnende Arten. Aus der Variabilität oder Anpaſſungsfähigkeit der Arten folgt mit Nothwendigkeit unter dem Einfluſſe des Kampfes um's Daſein die immer weiter gehende Sonderung oder Differenzirung der Spielarten, die beſtändige Divergenz der neuen Formen, und indem dieſe durch Erblichkeit eine Anzahl von Generationen hindurch conſtant erhalten werden, während die vermittelnden Zwiſchenformen ausſterben, bilden ſie ſelbſtſtändige „neue Arten". Die Entſtehung neuer Species durch die Arbeitstheilung oder Sonderung, Divergenz oder Differenzirung der Varietäten, iſt mithin eine nothwendige Folge der natürlichen Züchtung [17]).

Daſſelbe gilt nun auch von dem zweiten großen Geſetze, welches wir unmittelbar aus der natürlichen Züchtung ableiten, und welches dem Divergenzgeſetze zwar ſehr nahe verwandt aber keineswegs damit identiſch iſt, nämlich von dem Geſetze des Fortſchritts (Progressus) oder der Vervollkommnung (Teleosis). (Gen. Morph. II, 257.) Auch dieſes große und wichtige Geſetz iſt gleich dem Differenzirungsgeſetze längſt empiriſch durch die paläontologiſche Erfahrung feſtgeſtellt worden, ehe uns Darwin's Selectionstheorie den Schlüſſel zu ſeiner urſächlichen Erklärung lieferte. Die meiſten ausgezeichneten Paläontologen haben das Fortſchrittsgeſetz als allgemeinſtes Reſultat ihrer Unterſuchungen über die Verſteinerungen und deren hiſtoriſche Reihenfolge hingeſtellt, ſo namentlich der verdienſtvolle Bronn, deſſen Unterſuchungen über die Geſtaltungsgeſetze [18]) und Entwickelungsgeſetze [19]) der Organismen, obwohl wenig gewürdigt, dennoch vortrefflich ſind, und die allgemeinſte Beachtung verdienen. Die allgemeinen Reſultate, zu welchen Bronn bezüglich des Differenzirungs- und Fortſchrittsgeſetzes auf rein empiriſchem Wege, durch außerordentlich fleißige, mühſame und ſorgfältige Unterſuchungen

gekommen iſt, ſind glänzende Beſtätigungen für die Wahrheit dieſer beiden großen Geſetze, die wir als nothwendige Folgerungen aus der Selectionstheorie ableiten müſſen.

Das Geſetz des Fortſchritts oder der Vervollkommnung conſtatirt auf Grund der paläontologiſchen Erfahrung die äußerſt wichtige Thatſache, daß zu allen Zeiten des organiſchen Lebens auf der Erde eine beſtändige Zunahme in der Vollkommenheit der organiſchen Bildungen ſtattgefunden hat. Seit jener unvordenklichen Zeit, in welcher das Leben auf unſerem Planeten mit der Urzeugung von Moneren begann, haben ſich die Organismen aller Gruppen beſtändig im Ganzen wie im Einzelnen vervollkommnet und höher ausgebildet. Die ſtetig zunehmende Mannichfaltigkeit der Lebensformen war ſtets zugleich vom Fortſchritt in der Organiſation begleitet. Je tiefer Sie in die Schichten der Erde hinabſteigen, in welchen die Reſte der ausgeſtorbenen Thiere und Pflanzen begraben liegen, je älter die letzteren mithin ſind, deſto einförmiger, einfacher und unvollkommener ſind ihre Geſtalten. Dies gilt ſowohl von den Organismen im Großen und Ganzen, als von jeder einzelnen größeren oder kleineren Gruppe derſelben, abgeſehen natürlich von jenen Ausnahmen, die durch Rückbildung einzelner Formen entſtehen, und die wir nachher beſprechen werden.

Zur Beſtätigung dieſes Geſetzes will ich Ihnen hier wieder nur die wichtigſte von allen Thiergruppen, den Stamm der Wirbelthiere anführen. Die älteſten foſſilen Wirbelthierreſte, welche wir kennen, gehören der tiefſtehenden Fiſchclaſſe an. Auf dieſe folgten ſpäterhin die vollkommneren Amphibien, dann die Reptilien, und endlich in noch viel ſpäterer Zeit die höchſtorganiſirten Wirbelthierclaſſen, die Vögel und Säugethiere. Von den letzteren erſchienen zuerſt nur die niedrigſten und unvollkommenſten Formen, ohne Placenta, die Beutelthiere, und viel ſpäter wiederum die vollkommneren Säugethiere, mit Placenta. Auch von dieſen traten zuerſt nur niedere, ſpäter höhere Formen auf, und erſt in der jüngeren Tertiärzeit entwickelte ſich aus den letzteren allmählich der Menſch.

Verfolgen Sie die historische Entwickelung des Pflanzenreichs, so finden Sie hier dasselbe Gesetz bestätigt. Auch von den Pflanzen existirte anfänglich bloß die niedrigste und unvollkommenste Classe, diejenige der Algen oder Tange. Auf diese folgte später die Gruppe der farnkrautartigen Pflanzen oder Filicinen (Farne, Schafthalme, Schuppenpflanzen u. s. w.). Aber noch existirten keine Blüthenpflanzen oder Phanerogamen. Diese begannen erst später mit den Gymnospermen (Nadelhölzern und Cycadeen), welche in ihrer ganzen Bildung tief unter den übrigen Blüthenpflanzen (Angiospermen) stehen, und den Uebergang von jenen farnkrautartigen Pflanzen zu den Angiospermen vermitteln. Diese letzteren entwickelten sich wiederum viel später, und zwar waren auch hier anfangs bloß kronenlose Blüthenpflanzen (Monocotyledonen und Monochlamydeen), später erst kronenblüthige (Dichlamydeen) vorhanden. Endlich gingen unter diesen wieder die niederen Polypetalen den höheren Gamopetalen voraus. Diese ganze Reihenfolge ist ein unwiderleglicher Beweis für das große Gesetz der fortschreitenden Entwickelung.

Fragen wir nun, wodurch diese Thatsache bedingt ist, so kommen wir wiederum, gerade so wie bei der Thatsache der Differenzirung, auf die natürliche Züchtung im Kampf um das Dasein zurück. Wenn Sie noch einmal den ganzen Vorgang der natürlichen Züchtung, wie er durch die verwickelte Wechselwirkung der verschiedenen Vererbungs- und Anpassungsgesetze sich gestaltet, sich vor Augen stellen, so werden Sie als die nächste nothwendige Folge nicht allein die Divergenz des Charakters, sondern auch die Vervollkommnung desselben erkennen. Wir sehen ganz dasselbe in der Geschichte des menschlichen Geschlechts. Auch hier ist es natürlich und nothwendig, daß die fortschreitende Arbeitstheilung beständig die Menschheit fördert, und in jedem einzelnen Zweige der menschlichen Thätigkeit zu neuen Erfindungen und Verbesserungen antreibt. Im Großen und Ganzen beruht der Fortschritt selbst auf der Differenzirung und ist daher gleich dieser eine unmittelbare Folge der natürlichen Züchtung durch den Kampf um's Dasein.

Zwölfter Vortrag.

Entwickelungsgeſetze der organiſchen Stämme und Individuen. Phylogenie und Ontogenie.

Entwickelungsgeſetze der Menſchheit: Differenzirung und Vervollkommnung. Mechaniſche Urſache dieſer beiden Grundgeſetze. Fortſchritt ohne Differenzirung und Differenzirung ohne Fortſchritt. Entſtehung der rudimentären Organe durch Nichtgebrauch und Abgewöhnung. Ontogeneſis oder individuelle Entwickelung der Organismen. Allgemeine Bedeutung derſelben. Ontogenie oder individuelle Entwickelungsgeſchichte der Wirbelthiere, mit Inbegriff des Menſchen. Eifurchung. Bildung der drei Keimblätter. Entwickelungsgeſchichte des Centralnervenſyſtems, der Extremitäten, der Kiemenbogen und des Schwanzes bei den Wirbelthieren. Urſächlicher Zuſammenhang und Parallelismus der Ontogeneſis und Phylogeneſis, der individuellen und der Stammesentwickelung. Urſächlicher Zuſammenhang des Parallelismus der Phylogeneſis und der ſyſtematiſchen Entwickelung. Parallelismus der drei organiſchen Entwickelungsreihen.

Meine Herren! Wenn der Menſch ſeine Stellung in der Natur begreifen und ſein Verhältniß zu der für ihn erkennbaren Erſcheinungswelt naturgemäß erfaſſen will, ſo iſt es durchaus nothwendig, daß er objectiv die menſchlichen Erſcheinungen mit den außermenſchlichen vergleicht, und vor allen mit den thieriſchen Erſcheinungen. Wir haben bereits früher geſehen, daß die ungemein wichtigen phyſiologiſchen Geſetze der Vererbung und der Anpaſſung in ganz gleicher Weiſe für den menſchlichen Organismus, wie für das Reich der Thiere

und Pflanzen ihre Geltung haben, und hier wie dort in Wechselwirkung mit einander stehen. Daher wirkt auch die natürliche Züchtung durch den Kampf um's Dasein ebenso in der menschlichen Gesellschaft, wie im Leben der Thiere und Pflanzen umgestaltend ein, ruft hier wie dort immer neue Formen hervor. Ganz besonders wichtig ist diese Vergleichung der menschlichen und der thierischen Umbildungsphänomene bei Betrachtung des Divergenzgesetzes und des Fortschrittsgesetzes, der beiden Grundgesetze, die wir am Ende des letzten Vortrags als unmittelbare und nothwendige Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein nachgewiesen haben.

Ein vergleichender Ueberblick über die Völkergeschichte oder die sogenannte „Weltgeschichte" zeigt Ihnen zunächst als allgemeinstes Resultat eine beständig zunehmende Mannichfaltigkeit der menschlichen Thätigkeit, im einzelnen Menschenleben sowohl als im Familien- und Staatenleben. Diese Differenzirung oder Sonderung, diese stetig zunehmende Divergenz des menschlichen Charakters und der menschlichen Lebensform wird hervorgebracht durch die immer weiter gehende und tiefer greifende Arbeitstheilung der Individuen. Während die ältesten und niedrigsten Stufen der menschlichen Cultur uns überall nahezu dieselben rohen und einfachen Verhältnisse vor Augen führen, bemerken wir in jeder folgenden Periode der Geschichte eine größere Mannichfaltigkeit in Sitten, Gebräuchen und Einrichtungen bei den verschiedenen Nationen. Die zunehmende Arbeitstheilung bedingt eine steigende Mannichfaltigkeit der Formen in jeder Beziehung. Das spricht sich selbst in der menschlichen Gesichtsbildung aus. Unter den niedersten Volksstämmen gleichen sich die meisten Individuen so sehr, daß die europäischen Reisenden dieselben oft gar nicht unterscheiden können. Mit zunehmender Cultur differenzirt sich die Physiognomie der Individuen. Endlich bei den höchst entwickelten Culturvölkern, bei Engländern und Deutschen, geht die Divergenz der Gesichtsbildung bei allen stammverwandten Individuen so weit, daß wir nur selten in die Verlegenheit kommen, zwei Gesichter gänzlich mit einander zu verwechseln.

Als zweites oberstes Grundgesetz tritt uns in der Völkergeschichte das große Gesetz des Fortschritts oder der Vervollkommnung entgegen. Im Großen und Ganzen ist die Geschichte der Menschheit die Geschichte ihrer fortschreitenden Entwickelung. Freilich kommen überall und zu jeder Zeit Rückschritte im Einzelnen vor, oder es werden schiefe Bahnen des Fortschritts eingeschlagen, welche nur einer einseitigen und äußerlichen Vervollkommnung entgegenführen, und dabei von dem höheren Ziele der inneren und werthvolleren Vervollkommnung sich mehr und mehr entfernen. Allein im Großen und Ganzen ist und bleibt die Entwickelungsbewegung der ganzen Menschheit eine fortschreitende, indem der Mensch sich immer weiter von seinen affenartigen Vorfahren entfernt und immer mehr seinen selbstgesteckten idealen Zielen nähert.

Wenn Sie nun erkennen wollen, durch welche Ursachen eigentlich diese beiden großen Entwickelungsgesetze der Menschheit, das Divergenzgesetz und das Fortschrittsgesetz bedingt sind, so müssen Sie dieselben mit den entsprechenden Entwickelungsgesetzen der Thierheit vergleichen, und Sie werden bei tieferem Eingehen nothwendig zu dem Schlusse kommen, daß sowohl die Erscheinungen wie ihre Ursachen in beiden Fällen ganz dieselben sind. Ebenso in dem Entwickelungsgange der Menschenwelt wie in demjenigen der Thierwelt sind die beiden Grundgesetze der Differenzirung und Vervollkommnung lediglich durch rein mechanische Ursachen bedingt, lediglich die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein.

Vielleicht hat sich Ihnen bei der vorhergehenden Betrachtung die Frage aufgedrängt: „Sind nicht diese beiden Gesetze identisch? Ist nicht immer der Fortschritt nothwendig mit der Divergenz verbunden?" Diese Frage ist oft bejaht worden, und Carl Ernst Bär z. B., einer der größten Forscher im Gebiete der Entwickelungsgeschichte, hat als eines der obersten Gesetze in der Ontogenesis des Thierkörpers den Satz ausgesprochen: „Der Grad der Ausbildung (oder Vervollkommnung) besteht in der Stufe der Sonderung (oder Differenzirung) der Theile"[20]. So richtig dieser Satz im Ganzen

ist, so hat er dennoch keine allgemeine Gültigkeit. Vielmehr zeigt sich in vielen einzelnen Fällen, daß Divergenz und Fortschritt keineswegs durchweg zusammenfallen. Nicht jeder Fortschritt ist eine Differenzirung, und nicht jede Differenzirung ist ein Fortschritt.

Was zunächst die Vervollkommnung oder den Fortschritt betrifft, so hat man schon früher, durch rein anatomische Betrachtungen geleitet, das Gesetz aufgestellt, daß allerdings die Vervollkommnung des Organismus größtentheils auf der Arbeitstheilung der einzelnen Organe und Körpertheile beruht, daß es jedoch auch andere organische Umbildungen giebt, welche einen Fortschritt in der Organisation bedingen. Eine solche ist besonders die Zahlverminderung gleichartiger Theile. Wenn Sie z. B. die niederen krebsartigen Gliederthiere, welche sehr zahlreiche Beinpaare besitzen, vergleichen mit den Spinnen, die stets nur vier Beinpaare, und mit den Insecten, die stets nur drei Beinpaare besitzen, so finden Sie dieses Gesetz, für welches eine Masse von Beispielen sich anführen läßt, bestätigt. Die Zahlreduction der Beinpaare ist ein Fortschritt in der Organisation der Gliederthiere. Ebenso ist die Zahlreduction der gleichartigen Wirbelabschnitte des Rumpfes bei den Wirbelthieren ein Fortschritt in deren Organisation. Die Fische und Amphibien mit einer sehr großen Anzahl von gleichartigen Wirbeln sind schon deshalb unvollkommener und niedriger als die Vögel und Säugethiere, bei denen die Wirbel nicht nur im Ganzen viel mehr differenzirt, sondern auch die Zahl der gleichartigen Wirbel viel geringer ist. Nach demselben Gesetze der Zahlverminderung sind ferner die Blüthen mit zahlreichen Staubfäden unvollkommener als die Blüthen der verwandten Pflanzen mit einer geringen Staubfädenzahl u. s. w. Wenn also ursprünglich eine sehr große Anzahl von gleichartigen Theilen im Körper vorhanden war, und wenn diese Zahl im Laufe zahlreicher Generationen allmählich abnahm, so war diese Umbildung eine Vervollkommnung.

Ein anderes Fortschrittsgesetz, welches von der Differenzirung ganz unabhängig, ja sogar dieser gewissermaßen entgegengesetzt er-

scheint, ist das Gesetz der Centralisation. Im Allgemeinen ist der ganze Organismus um so vollkommener, je einheitlicher er organisirt ist, je mehr die Theile dem Ganzen untergeordnet, je mehr die Functionen und ihre Organe centralisirt sind. So ist z. B. das Blutgefäßsystem da am vollkommensten, wo ein centralisirtes Herz da ist. Ebenso ist die zusammengedrängte Markmasse, welche das Rückenmark der Wirbelthiere und das Bauchmark der höheren Gliederthiere bildet, vollkommener, als die decentralisirte Ganglienkette der niederen Gliederthiere und das zerstreute Gangliensystem der Weichthiere. Bei der Schwierigkeit, welche die Erläuterung dieser verwickelten Fortschrittsgesetze im Einzelnen hat, kann ich hier nicht näher darauf eingehen, und muß Sie bezüglich derselben auf Bronn's treffliche „Morphologische Studien" [18]) und auf meine generelle Morphologie verweisen (Gen. Morph. I, 370, 550; II, 257—266).

Während Sie hier Fortschrittserscheinungen kennen lernten, die ganz unabhängig von der Divergenz sind, so begegnen Sie andrerseits sehr häufig Differenzirungen, welche keine Vervollkommnungen, sondern vielmehr das Gegentheil, Rückschritte sind. Es ist leicht einzusehen, daß die Umbildungen, welche jede Thier- und Pflanzenart erleidet, nicht immer Verbesserungen sein können. Vielmehr sind viele Differenzirungserscheinungen, welche von unmittelbarem Vortheil für den Organismus sind, insofern schädlich, als sie die allgemeine Leistungsfähigkeit desselben beeinträchtigen. Häufig findet ein Rückschritt zu einfacheren Lebensbedingungen und durch Anpassung an dieselben eine Differenzirung in rückschreitender Richtung statt. Wenn z. B. Organismen, die bisher frei lebten, sich an das parasitische Leben gewöhnen, so bilden sie sich dadurch zurück. Solche Thiere, die bisher ein wohlentwickeltes Nervensystem und scharfe Sinnesorgane, sowie freie Bewegung besaßen, verlieren dieselben, wenn sie sich an parasitische Lebensweise gewöhnen; sie bilden sich dadurch mehr oder minder zurück. Hier ist, für sich betrachtet, die Differenzirung ein Rückschritt, obwohl sie für den parasitischen Organismus selbst von Vortheil ist. Im Kampf um's Dasein würde ein solches Thier, das sich

gewöhnt hat, auf Koſten Anderer zu leben, durch Beibehaltung ſeiner Augen und Bewegungswerkzeuge, die ihm nichts mehr nützen, nur an Material verlieren; und wenn es dieſe Organe einbüßt, ſo kommt dafür eine Maſſe von Ernährungsmaterial, das zur Erhaltung dieſer Theile verwandt wurde, anderen Theilen zu Gute. Im Kampf um's Daſein zwiſchen den verſchiedenen Paraſiten werden daher diejenigen, welche am wenigſten Anſprüche machen, im Vortheil vor den anderen ſein, und dies begünſtigt ihre Rückbildung.

Ebenſo wie in dieſem Falle mit den ganzen Organismen, ſo verhält es ſich auch mit den Körpertheilen des einzelnen Organismus. Auch eine Differenzirung dieſer Theile, welche zu einer theilweiſen Rückbildung, und ſchließlich ſelbſt zum Verluſt einzelner Organe führt, iſt an ſich betrachtet ein Rückſchritt, kann aber für den Organismus im Kampf um's Daſein von Vortheil ſein. Man kämpft leichter und beſſer, wenn man unnützes Gepäck fortwirft. Daher begegnen wir überall im entwickelteren Thier- und Pflanzenkörper Divergenzproceſſen, welche weſentlich die Rückbildung und ſchließlich den Verluſt einzelner Theile bewirken. Hier tritt uns nun vor Allen die höchſt wichtige und lehrreiche Erſcheinungsreihe der rudimentären oder verkümmerten Organe entgegen.

Sie erinnern ſich, daß ich ſchon im erſten Vortrage dieſe außerordentlich merkwürdige Erſcheinungsreihe als eine der wichtigſten in theoretiſcher Beziehung hervorgehoben habe, als einen der ſchlagendſten Beweisgründe für die Wahrheit der Abſtammungslehre. Wir bezeichneten als rudimentäre Organe ſolche Theile des Körpers, die für einen beſtimmten Zweck eingerichtet und dennoch ohne Function ſind. Ich erinnere Sie an die Augen derjenigen Thiere, welche in Höhlen oder unter der Erde im Dunkeln leben, und daher niemals ihre Augen gebrauchen können. Bei dieſen Thieren finden wir unter der Haut verſteckt wirkliche Augen, oft gerade ſo gebildet wie die Augen der wirklich ſehenden Thiere; und dennoch functioniren dieſe Augen niemals, und können nicht functioniren, ſchon einfach aus dem Grunde, weil dieſelben von dem undurchſichtigen Felle überzogen ſind und da-

her kein Lichtstrahl in sie hineinfällt (vergl. oben S. 13). Bei den Vorfahren dieser Thiere, welche frei am Tageslichte lebten, waren die Augen wohl entwickelt, von der durchsichtigen Hornhaut überzogen und dienten wirklich zum Sehen. Aber als sie sich nach und nach an unterirdische Lebensweise gewöhnten, sich dem Tageslicht entzogen und ihre Augen nicht mehr brauchten, wurden dieselben rückgebildet.

Sehr anschauliche Beispiele von rudimentären Organen sind ferner die Flügel von Thieren, welche nicht fliegen können, z. B. unter den Vögeln die Flügel der straußartigen Laufvögel, (Strauß, Casuar u. s. w.), bei welchen sich die Beine außerordentlich entwickelt haben. Diese Vögel haben sich das Fliegen abgewöhnt und haben dadurch den Gebrauch der Flügel verloren; allein die Flügel sind noch da, obwohl in verkümmerter Form. Sehr häufig finden Sie solche verkümmerte Flügel in der Klasse der Insecten, von denen die meisten fliegen können. Aus vergleichend anatomischen und anderen Gründen können wir mit Sicherheit den Schluß ziehen, daß alle jetzt lebenden Insecten (alle Netzflügler, Heuschrecken, Käfer, Bienen, Wanzen, Fliegen, Schmetterlinge u. s. w.) von einer einzigen gemeinsamen Elternform, einem Stamminsect abstammen, welches zwei entwickelte Flügelpaare und drei Beinpaare besaß. Nun giebt es aber sehr zahlreiche Insecten, bei denen entweder eines oder beide Flügelpaare mehr oder minder rückgebildet, und viele, bei denen sie sogar völlig verschwunden sind. In der ganzen Ordnung der Fliegen oder Dipteren z. B. ist das hintere Flügelpaar, bei den Drehflüglern oder Strepsipteren dagegen das vordere Flügelpaar verkümmert oder ganz verschwunden. Außerdem finden Sie in jeder Insectenordnung einzelne Gattungen oder Arten, bei denen die Flügel mehr oder minder rückgebildet oder verschwunden sind. Insbesondere ist letzteres bei Parasiten der Fall. Oft sind die Weibchen flügellos, während die Männchen geflügelt sind, z. B. bei den Leuchtkäfern oder Johanniskäfern (Lampyris), bei den Strepsiptern u. s. w. Offenbar ist diese theilweise oder gänzliche Rückbildung der Insectenflügel durch natürliche Züchtung im Kampf um's Dasein entstan-

den. Denn wir finden die Insecten vorzugsweise dort ohne Flügel, wo das Fliegen ihnen nutzlos oder sogar entschieden schädlich sein würde. Wenn z. B. Insecten, welche Inseln bewohnen, viel und gut fliegen, so kann es leicht vorkommen, daß sie beim Fliegen durch den Wind in das Meer geweht werden, und wenn (wie es immer der Fall ist) das Flugvermögen individuell verschieden entwickelt ist, so haben die schlechtfliegenden Individuen einen Vorzug vor den gutfliegenden; sie werden weniger leicht in das Meer geweht, und bleiben länger am Leben als die gutfliegenden Individuen derselben Art. Im Verlaufe vieler Generationen muß durch die Wirksamkeit der natürlichen Züchtung dieser Umstand nothwendig zu einer vollständigen Verkümmerung der Flügel führen. Wenn man sich diesen Schluß rein theoretisch entwickelt hätte, so könnte man nur befriedigt sein, thatsächlich denselben bewahrheitet zu finden. In der That ist auf isolirt gelegenen Inseln das Verhältniß der flügellosen Insecten zu den mit Flügeln versehenen ganz auffallend groß, viel größer als bei den Insecten des Festlandes. So sind z. B. nach Wollaston von den 550 Käferarten, welche die Insel Madeira bewohnen, 200 flügellos oder mit so unvollkommenen Flügeln versehen, daß sie nicht mehr fliegen können; und von 29 Gattungen, welche jener Insel ausschließlich eigenthümlich sind, enthalten nicht weniger als 23 nur solche Arten. Offenbar ist dieser merkwürdige Umstand nicht durch die besondere Weisheit des Schöpfers zu erklären, sondern durch die natürliche Züchtung, indem hier der erbliche Nichtgebrauch der Flügel, die Abgewöhnung des Fliegens im Kampf mit den gefährlichen Winden, den fauleren Käfern einen großen Vortheil im Kampf um's Dasein gewährte. Bei anderen flügellosen Insecten war der Flügelmangel aus anderen Gründen vortheilhaft. An sich betrachtet ist der Verlust der Flügel ein Rückschritt; aber für den Organismus unter diesen besonderen Lebensverhältnissen ist er ein Vortheil im Kampf um's Dasein.

Von anderen rudimentären Organen will ich hier noch beispielsweise die Lungen der Schlangen und der schlangenartigen Eidechsen erwähnen. Alle Wirbelthiere, welche Lungen besitzen, Amphibien,

Digitized by Google

Reptilien, Vögel und Säugethiere, haben ein Paar Lungen, eine rechte und eine linke. Da aber, wo der Körper ſich außerordentlich verdünnt und in die Länge ſtreckt, wie bei den Schlangen und ſchlangenartigen Eidechſen, hat die eine Lunge neben der anderen nicht mehr Platz, und es iſt für den Mechanismus der Athmung ein offenbarer Vortheil, wenn nur eine Lunge entwickelt iſt. Eine einzige große Lunge leiſtet hier mehr, als zwei kleine neben einander, und daher finden wir bei dieſen Thieren faſt durchgängig die rechte oder die linke Lunge allein ausgebildet. Die andere iſt ganz verkümmert, obwohl als unnützes Rudiment vorhanden. Ebenſo iſt bei allen Vögeln der rechte Eierſtock verkümmert und ohne Function; der linke Eierſtock allein iſt entwickelt und liefert alle Eier.

Daß auch der Menſch ſolche ganz unnütze und überflüſſige rudimentäre Organe beſitzt, habe ich bereits im erſten Vortrage erwähnt, und damals die Muskeln, welche die Ohren bewegen, als ſolche angeführt. Außerdem gehört hierher das Rudiment des Schwanzes, welches der Menſch in ſeinen 3—5 Schwanzwirbeln beſitzt, und welches beim menſchlichen Embryo während der beiden erſten Monate der Entwickelung noch frei hervorſteht. (Vgl. Taf. II und III.) Späterhin verwächſt es vollſtändig. Dieſes verkümmerte Schwänzchen des Menſchen iſt ein unwiderleglicher Zeuge für die unleugbare Thatſache, daß er von geſchwänzten Voreltern abſtammt. Beim Weibe iſt das Schwänzchen gewöhnlich um einen Wirbel länger, als beim Manne. Auch rudimentäre Muskeln ſind am Schwanze des Menſchen noch vorhanden, welche denſelben vormals bewegten.

Ein anderes rudimentäres Organ des Menſchen, welches aber bloß dem Manne zukommt, und welches ebenſo bei ſämmtlichen männlichen Säugethieren ſich findet, ſind die Milchdrüſen an der Bruſt, welche in der Regel bloß beim weiblichen Geſchlechte in Thätigkeit treten. Indeſſen kennt man von verſchiedenen Säugethieren, namentlich vom Menſchen, vom Schafe und von der Ziege, einzelne Fälle, in denen die Milchdrüſen auch beim männlichen Geſchlechte wohl entwickelt waren und Milch zur Ernährung des Jungen lieferten. Daß

auch die rudimentären Ohrenmuskeln des Menschen von einzelnen Personen in Folge andauernder Uebung noch zur Bewegung der Ohren verwendet werden können, wurde bereits früher erwähnt (S. 12). Ueberhaupt sind die rudimentären Organe bei verschiedenen Individuen derselben Art oft sehr verschieden entwickelt, bei den einen ziemlich groß, bei den anderen sehr klein. Dieser Umstand ist für ihre Erklärung sehr wichtig, ebenso wie der andere Umstand, daß sie allgemein bei den Embryen, oder überhaupt in sehr früher Lebenszeit, viel größer und stärker im Verhältniß zum übrigen Körper sind, als bei den ausgebildeten und erwachsenen Organismen. Insbesondere ist dies leicht nachzuweisen an den rudimentären Geschlechtsorganen der Pflanzen (Staubfäden und Griffeln), welche ich früher bereits angeführt habe. Diese sind verhältnißmäßig viel größer in der jungen Blüthenknospe als in der entwickelten Blüthe.

Schon damals (S. 14) bemerkte ich, daß die rudimentären oder verkümmerten Organe zu den stärksten Stützen der monistischen oder mechanistischen Weltanschauung gehören. Wenn die Gegner derselben, die Dualisten und Teleologen, das ungeheure Gewicht dieser Thatsachen begriffen, müßten sie dadurch zur Verzweiflung gebracht werden. Die lächerlichen Erklärungsversuche derselben, daß die rudimentären Organe vom Schöpfer „der Symmetrie halber" oder „zur formalen Ausstattung" oder „aus Rücksicht auf seinen allgemeinen Schöpfungsplan" den Organismen verliehen seien, beweisen zur Genüge die völlige Ohnmacht jener verkehrten Weltanschauung. Ich muß hier wiederholen, daß, wenn wir auch gar Nichts von den übrigen Entwickelungserscheinungen wüßten, wir ganz allein schon auf Grund der rudimentären Organe die Descendenztheorie für wahr halten müßten. Kein Gegner derselben hat vermocht, auch nur einen schwachen Schimmer von einer annehmbaren Erklärung auf diese äußerst merkwürdigen und bedeutenden Erscheinungen fallen zu lassen. Es gibt beinahe keine irgend höher entwickelte Thier- oder Pflanzenform, die nicht irgend welche rudimentäre Organe hätte, und fast immer läßt sich nachweisen, daß dieselben Producte der natürlichen Züchtung

ſind, daß ſie durch Nichtgebrauch oder durch Abgewöhnung verkümmert ſind. Es iſt der umgekehrte Bildungsproceß, wie wenn neue Organe durch Angewöhnung an beſondere Lebensbedingungen und durch Gebrauch eines noch unentwickelten Theiles entſtehen. Zwar wird gewöhnlich von unſern Gegnern behauptet, daß die Entſtehung ganz neuer Theile ganz und gar nicht durch die Deſcendenztheorie zu erklären ſei. Indeſſen kann ich Ihnen verſichern, daß dieſe Erklärung für denjenigen, der vergleichend-anatomiſche und phyſiologiſche Kenntniſſe beſitzt, nicht die mindeſte Schwierigkeit hat. Jeder, der mit der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeſchichte vertraut iſt, findet in der Entſtehung ganz neuer Organe ebenſo wenig Schwierigkeit, als hier auf der anderen Seite in dem völligen Schwunde der rudimentären Organe. Das Vergehen der letzteren iſt an ſich betrachtet das Gegentheil vom Entſtehen der erſteren. Beide Proceſſe ſind Differenzirungserſcheinungen, die wir gleich allen übrigen ganz einfach und mechaniſch aus der Wirkſamkeit der natürlichen Züchtung im Kampf um das Daſein erklären können.

Die unendlich wichtige Betrachtung der rudimentären Organe und ihrer Entſtehung, die Vergleichung ihrer paläontologiſchen und ihrer embryologiſchen Entwickelung führt uns jetzt naturgemäß zur Erwägung einer der wichtigſten und größten biologiſchen Erſcheinungsreihen, nämlich des Parallelismus, welchen uns die Fortſchritts- und Divergenzerſcheinungen in dreifach verſchiedener Beziehung darbieten. Als wir im Vorhergehenden von Vervollkommnung und Arbeitstheilung ſprachen, verſtanden wir darunter diejenigen Fortſchritts- und Sonderungsbewegungen, und diejenigen dadurch bewirkten Umbildungen, welche in dem langen und langſamen Verlaufe der Erdgeſchichte zu einer beſtändigen Veränderung der Flora und Fauna, zu einem Entſtehen neuer und Vergehen alter Thier- und Pflanzenarten geführt haben. Ganz denſelben Erſcheinungen des Fortſchritts und der Differenzirung begegnen wir nun aber auch, und zwar in derſelben Reihenfolge, wenn wir die Entſtehung, die Entwickelung und den Lebenslauf jedes einzelnen organiſchen Individuums verfolgen. Die

individuelle Entwickelung oder die Ontogenesis jedes einzelnen Organismus vom Ei an aufwärts bis zur vollendeten Form, besteht in nichts Anderem, als im Wachsthum und in einer Reihe von Differenzirungs- und Fortschrittsbewegungen. Dies gilt in gleicher Weise von den Thieren, wie von den Pflanzen und Protisten. Wenn Sie z. B. die Ontogenie irgend eines Säugethiers, des Menschen, des Affen oder des Beutelthiers betrachten, oder die individuelle Entwickelung irgend eines anderen Wirbelthiers aus einer anderen Klasse verfolgen, so finden Sie überall wesentlich dieselben Erscheinungen. Jedes dieser Thiere entwickelt sich ursprünglich aus einer einfachen Zelle, dem Ei. Diese Zelle vermehrt sich durch Theilung, bildet einen Zellenhaufen, und durch Wachsthum dieses Zellenhaufens, durch ungleichartige Ausbildung der ursprünglich gleichartigen Zellen, durch Arbeitstheilung und Vervollkommnung derselben, entsteht der vollkommene Organismus, dessen verwickelte Zusammensetzung wir bewundern.

Hier scheint es mir nun unerläßlich, Ihre Aufmerksamkeit etwas eingehender auf jene unendlich wichtigen und interessanten Vorgänge hinzulenken, welche die Ontogenesis oder die individuelle Entwickelung der Organismen, und ganz vorzüglich diejenige der Wirbelthiere mit Einschluß des Menschen begleiten. Ich möchte diese außerordentlich merkwürdigen und lehrreichen Erscheinungen ganz besonders Ihrem eingehendsten Nachdenken empfehlen, einerseits, weil dieselben zu den stärksten Stützen der Descendenztheorie gehören, andrerseits, weil dieselben bisher nur von Wenigen entsprechend ihrer unermeßlichen allgemeinen Bedeutung gewürdigt worden sind.

Man muß in der That erstaunen, wenn man die tiefe Unkenntniß erwägt, welche noch gegenwärtig in den weitesten Kreisen über die Thatsachen der individuellen Entwickelung des Menschen und der Organismen überhaupt herrscht. Diese Thatsachen, deren allgemeine Bedeutung man nicht hoch genug anschlagen kann, wurden in ihren wichtigsten Grundzügen schon vor mehr als einem Jahrhundert, im Jahre 1759, von dem großen deutschen Naturforscher Caspar Friedrich Wolff in seiner klassischen „Theoria generationis“ fest-

gestellt. Aber gleichwie Lamarck's 1809 begründete Descendenztheorie ein halbes Jahrhundert hindurch schlummerte und erst 1859 durch Darwin zu neuem unsterblichem Leben erweckt wurde, so blieb auch Wolff's Theorie der Epigenesis fast ein halbes Jahrhundert hindurch unbekannt, und erst nachdem Oken 1806 seine Entwickelungsgeschichte des Darmkanals veröffentlicht und Meckel 1812 Wolff's Arbeit über denselben Gegenstand in's Deutsche übersetzt hatte, wurde Wolff's Theorie der Epigenesis allgemeiner bekannt, und die Grundlage aller folgenden Untersuchungen über individuelle Entwickelungsgeschichte. Das Studium der Ontogenesis nahm nun einen mächtigen Aufschwung, und bald erschienen die klassischen Untersuchungen der beiden Freunde Christian Pander (1817) und Carl Ernst Bär (1819). Insbesondere wurde durch Bär's epochemachende „Entwickelungsgeschichte der Thiere“[20]) die Ontogenie der Wirbelthiere in allen ihren bedeutendsten Thatsachen durch so vortreffliche Beobachtungen festgestellt, und durch so vorzügliche philosophische Reflexionen erläutert, daß sie für das Verständniß dieser wichtigsten Thiergruppe, zu welcher ja auch der Mensch gehört, die unentbehrliche Grundlage wurde. Jene Thatsachen würden für sich allein schon ausreichen, die Frage von der Stellung des Menschen in der Natur und somit das höchste aller Probleme zu lösen. Betrachten Sie aufmerksam und vergleichend die acht Figuren, welche auf den nachstehenden Tafeln II und III abgebildet sind, und Sie werden erkennen, daß man die philosophische Bedeutung der Embryologie nicht hoch genug anschlagen kann. (Siehe S. 272, 273.)

Nun darf man wohl fragen: Was wissen unsere sogenannten „gebildeten“ Kreise, die auf die hohe Cultur des neunzehnten Jahrhunderts sich so Viel einbilden, von diesen wichtigsten biologischen Thatsachen, von diesen unentbehrlichen Grundlagen für das Verständniß ihres eigenen Organismus? Was wissen unsere speculativen Philosophen und Theologen davon, welche durch reine Speculationen oder durch göttliche Inspirationen das Verständniß des menschlichen Organismus gewinnen zu können meinen? Ja was wissen selbst die

meisten Naturforscher davon, die Mehrzahl der sogenannten „Zoologen" (mit Einschluß der Entomologen!) nicht ausgenommen?

Die Antwort auf diese Frage fällt sehr beschämend aus, und wir müssen wohl oder übel eingestehen, daß jene unschätzbaren Thatsachen der menschlichen Ontogenie noch heute den Meisten entweder ganz unbekannt sind, oder doch keineswegs in gebührender Weise gewürdigt werden. Hierbei werden wir deutlich gewahr, auf welchem schiefen und einseitigen Wege sich die vielgerühmte Bildung des neunzehnten Jahrhunderts noch gegenwärtig befindet. Unwissenheit und Aberglauben sind die Grundlagen, auf denen sich die meisten Menschen das Verständniß ihres eigenen Organismus und seiner Beziehungen zur Gesammtheit der Dinge aufbauen, und jene handgreiflichen Thatsachen der Entwickelungsgeschichte, welche das Licht der Wahrheit darüber verbreiten könnten, werden ignorirt. Allerdings sind diese Thatsachen nicht geeignet, Wohlgefallen bei denjenigen zu erregen, welche einen durchgreifenden Unterschied zwischen dem Menschen und der übrigen Natur annehmen und namentlich den thierischen Ursprung des Menschengeschlechts nicht zugeben wollen. Insbesondere müssen bei denjenigen Völkern, bei denen in Folge von falscher Auffassung der Erblichkeitsgesetze eine erbliche Kasteneintheilung existirt, die Mitglieder der herrschenden privilegirten Kasten dadurch sehr unangenehm berührt werden. Bekanntlich geht heute noch in vielen Culturländern die erbliche Abstufung der Stände so weit, daß z. B. der Adel ganz anderer Natur, als der Bürgerstand zu sein glaubt, und daß Edelleute, welche ein entehrendes Verbrechen begehen, zur Strafe dafür aus der Adelskaste ausgestoßen und in die Pariakaste des „gemeinen" Bürgerstandes hinabgeschleudert werden. Was sollen diese Edelleute noch von dem Vollblut, das in ihren privilegirten Adern rollt, denken, wenn sie erfahren, daß alle menschlichen Embryen, adelige ebenso wie bürgerliche, während der ersten beiden Monate der Entwickelung von den geschwänzten Embryonen des Hundes und anderer Säugethiere kaum zu unterscheiden sind?

Da die Absicht dieser Vorträge lediglich ist, die allgemeine Kennt-

niß der natürlichen Wahrheiten zu fördern, und eine naturgemäße Anschauung von den Beziehungen des Menschen zur übrigen Natur in weiteren Kreisen zu verbreiten, so werden Sie es hier gewiß gerechtfertigt finden, wenn ich jene weit verbreiteten Vorurtheile von einer privilegirten Ausnahmestellung des Menschen in der Schöpfung nicht berücksichtige, und Ihnen einfach die embryologischen Thatsachen vorführe, aus denen Sie selbst sich die Schlüsse von der Grundlosigkeit jener Vorurtheile bilden können. Ich möchte Sie um so mehr bitten, über diese Thatsachen der Ontogenie eingehend nachzudenken, als es meine feste Ueberzeugung ist, daß die allgemeine Kenntniß derselben nur die intellectuelle Veredelung und somit die geistige Vervollkommnung des Menschengeschlechts fördern kann.

Aus dem unendlich reichen und interessanten Erfahrungsmaterial, welches in der Ontogenie oder individuellen Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere vorliegt, beschränke ich mich hier darauf, Ihnen einige von denjenigen Thatsachen vorzuführen, welche sowohl für die Descendenztheorie im Allgemeinen, als für deren besondere Anwendung auf den Menschen von der höchsten Bedeutung sind. Der Mensch ist im Beginn seiner individuellen Existenz ein einfaches Ei, eine einzige kleine Zelle, so gut wie jeder andere thierische Organismus, welcher auf dem Wege der geschlechtlichen Zeugung entsteht. Das menschliche Ei ist wesentlich demjenigen aller anderen Säugethiere gleich, und höchstens durch seine Größe um ein Geringes davon verschieden. Das in Fig. 5 abgebildete Ei könnte ebenso gut vom Menschen oder vom Affen, als vom Hunde, vom Pferde oder irgend einem anderen Säugethiere herrühren. Nicht allein die Form und Structur, sondern auch die Größe des Eies ist bei den meisten Säugethieren dieselbe wie beim Menschen, nämlich ungefähr $\frac{1}{120}$''' Durchmesser, der 120ste Theil eines Zolles, so daß man das Ei unter günstigen Umständen mit bloßem Auge eben als ein feines Pünktchen wahrnehmen kann. Die Unterschiede, welche zwischen den Eiern der verschiedenen Säugethiere und Menschen wirklich vorhanden sind, bestehen nicht in der Formbildung, sondern in der chemischen Mischung, in der molekularen Zu-

sammensetzung der eiweißartigen Kohlenstoffverbindung, aus welcher das Ei wesentlich besteht. Diese feinen individuellen Unterschiede aller Eier, welche auf der indirecten oder potentiellen Anpassung (und zwar speciell auf dem Gesetze der individuellen Anpassung) beruhen, sind zwar für die außerordentlich groben Erkenntnißmittel des Menschen nicht direct sinnlich wahrnehmbar, aber durch indirecte Schlüsse als die ersten Ursachen des Unterschiedes aller Individuen erkennbar.

Fig. 5.

Fig. 5. Das Ei des Menschen, hundertmal vergrößert. *a* Kernkörperchen oder Nucleolus (sogenannter Keimfleck des Eies); *b* Kern oder Nucleus (sogenanntes Keimbläschen des Eies); *c* Zellstoff oder Protoplasma (sogenannter Dotter des Eies); *d* Zellhaut oder Membrana (Dotterhaut des Eies, beim Säugethier wegen ihrer Durchsichtigkeit Zona pellucida genannt.) Die Eier der anderen Säugethiere haben dieselbe Form.

Das Ei des Menschen ist, wie das aller anderen Säugethiere, ein kugeliges Bläschen, welches alle wesentlichen Bestandtheile einer einfachen organischen Zelle enthält (Fig. 5). Der wesentlichste Theil desselben ist der schleimartige Zellstoff oder das Protoplasma (c), welches beim Ei „Dotter" genannt wird, und der davon umschlossene Zellenkern oder Nucleus (b), welcher hier den besonderen Namen des „Keimbläschens" führt. Der letztere ist ein zartes, glashelles Eiweißkügelchen von ungefähr $\frac{1}{50}$''' Durchmesser, und umschließt noch ein viel kleineres, scharf abgegrenztes rundes Körnchen (a), das Kernkörperchen oder den Nucleolus der Zelle (beim Ei „Keimfleck" genannt). Nach außen ist die kugelige Eizelle des Säugethiers durch eine dicke, glasartige Haut, die Zellenmembran oder Dotterhaut, abgeschlossen, welche hier den besonderen Namen der Zona pellucida führt (d). Die Eier vieler niederen Thiere (z. B. vieler Medusen) sind dagegen nackte Zellen, indem ihnen die äußere Hülle oder die Zellenmembran fehlt.

Sobald das Ei (Ovulum) des Säugethiers seinen vollen Reifegrad erlangt hat, tritt dasselbe aus dem Eierstock des Weibes, in dem

Digitized by Google

es entstand, heraus, und gelangt in den Eileiter und durch diese enge Röhre in den weiteren Keimbehälter oder Fruchtbehälter (Uterus). Wird inzwischen das Ei durch den entgegenkommenden männlichen Samen (Sperma) befruchtet, so entwickelt es sich in diesem Behälter weiter zum Keim (Embryon), und verläßt denselben nicht eher, als bis der Keim vollkommen ausgebildet und fähig ist, als junges Säugethier durch den Geburtsakt in die Welt zu treten.

Die Formveränderungen und Umbildungen, welche das befruchtete Ei innerhalb des Keimbehälters durchlaufen muß, ehe es die Gestalt des jungen Säugethieres annimmt, sind äußerst merkwürdig, und verlaufen vom Anfang an beim Menschen ganz ebenso wie bei den übrigen Säugethieren. Zunächst benimmt sich das befruchtete Säugethierei gerade so, wie ein einzelliger Organismus, welcher sich auf seine Hand selbstständig fortpflanzen und vermehren will, z. B. eine Amoebe (vergl. Fig. 2, S. 169). Die einfache Eizelle zerfällt nämlich durch den Proceß der Zellentheilung, welchen ich Ihnen bereits früher beschrieben habe, in zwei Zellen. Zunächst entstehen aus dem Keimfleck (dem Kernkörperchen der ursprünglichen einfachen Eizelle) zwei neue Kernkörperchen und ebenso dann aus dem Keimbläschen (dem Nucleus) zwei neue Zellenkerne. Nun erst schnürt sich das kugelige Protoplasma durch eine Aequatorialfurche dergestalt in zwei Hälften ab, daß jede Hälfte einen der beiden Kerne nebst Kernkörperchen umschließt. So sind aus der einfachen Eizelle innerhalb der ursprünglichen Zellenmembran zwei nackte Zellen geworden, jede mit ihrem Kern versehen (Fig. 6).

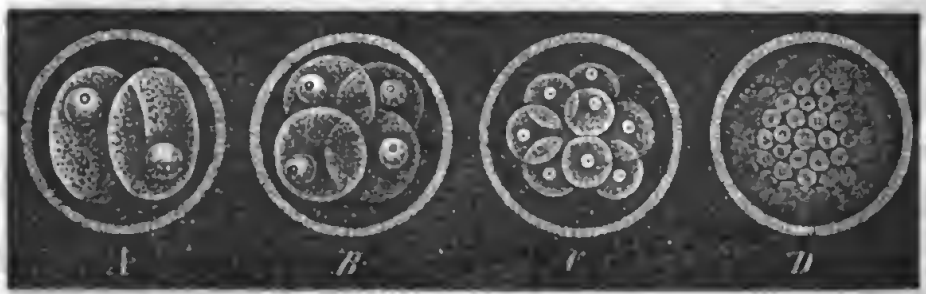


Fig. 6. Erster Beginn der Entwickelung des Säugethiereies, sogenannte „Eifurchung" (Fortpflanzung der Eizelle durch wiederholte Selbsttheilung). *A.* Das

Ei zerfällt durch Bildung der ersten Furche in zwei Zellen. *B.* Diese zerfallen durch Halbirung in vier Zellen. *C.* Diese letzteren sind in acht Zellen zerfallen. *D.* Durch fortgesetzte Theilung ist ein kugeliger Haufen von zahlreichen Zellen entstanden.

Derselbe Vorgang der Zellentheilung wiederholt sich nun mehrmals hinter einander. In der gleichen Weise entstehen aus zwei Zellen (Fig. 6 A) vier (Fig. 6 B); aus vier werden acht (Fig. 6 C), aus acht sechzehn, aus diesen zweiunddreißig u. s. w. Jedesmal geht die Theilung des Kernkörperchens derjenigen des Kernes, und diese wiederum derjenigen des Zellstoffs oder Protoplasma vorher. Weil die Theilung des letzteren immer mit der Bildung einer oberflächlichen ringförmigen Furche beginnt, nennt man den ganzen Vorgang gewöhnlich die Furchung des Eies, und die Producte desselben, die kleinen, durch fortgesetzte Zweitheilung entstehenden Zellen die Furchungskugeln. Indessen ist der ganze Vorgang weiter Nichts als eine einfache, oft wiederholte Zellentheilung, und die Producte desselben sind echte, nackte Zellen. Schließlich entsteht aus der fortgesetzten Theilung oder „Furchung" des Säugethiereies eine maulbeerförmige oder brombeerförmige Kugel, welche aus sehr zahlreichen kleinen Kugeln, nackten kernhaltigen Zellen zusammengesetzt ist (Fig. 6 D). Diese Zellen sind die Bausteine, aus denen sich der Leib des jungen Säugethiers aufbaut. Jeder von uns war einmal eine solche einfache, brombeerförmige, aus lauter kleinen gleichen Zellen zusammengesetzte Kugel.

Die weitere Entwickelung des kugeligen Zellenhaufens, welcher den jungen Säugethierkörper jetzt repräsentirt, besteht zunächst darin, daß derselbe sich in eine kugelige Blase verwandelt, indem im Inneren sich Flüssigkeit ansammelt. Diese Blase nennt man Keimblase (Vesicula blastodermica). Die Wand derselben ist anfangs aus lauter gleichartigen Zellen zusammengesetzt. Bald aber entsteht an einer Stelle der Wand eine scheibenförmige Verdickung, indem sich hier die Zellen rasch vermehren; und diese Verdickung ist nun die Anlage für den eigentlichen Leib des Keims oder Embryon, während der übrige Theil der Keimblase bloß zur Ernährung des Embryon ver-

wendet wird. Die verdickte Scheibe der Embryonalanlage nimmt bald eine länglich runde und dann, indem rechter und linker Seitenrand ausgeschweift werden, eine geigenförmige oder bisquitförmige Gestalt an (Fig. 7, S. 271). In diesem Stadium der Entwickelung, in der ersten Anlage des Keims oder Embryo, sind nicht allein alle Säugethiere mit Inbegriff des Menschen, sondern sogar alle Wirbelthiere überhaupt, alle Säugethiere, Vögel, Reptilien, Amphibien und Fische, entweder gar nicht oder nur durch ihre Größe, oder durch höchst unbedeutende Merkmale in Form und äußerem Umriß von einander zu unterscheiden. Bei Allen besteht der ganze Leib aus weiter Nichts, als aus einer ganz einfachen, länglichrunden, ovalen oder geigenförmigen, dünnen Scheibe, welche aus drei über einander liegenden, eng verbundenen Blättern zusammengesetzt ist. Jedes der drei Keimblätter besteht aus weiter Nichts, als aus gleichartigen Zellen; jedes hat aber eine andere Bedeutung für den Aufbau des Wirbelthierkörpers. Aus dem oberen oder äußeren Keimblatt entsteht bloß die äußere Oberhaut (Epidermis) nebst den Centraltheilen des Nervensystems (Rückenmark und Gehirn); aus dem unteren oder inneren Blatt entsteht bloß die innere zarte Haut (Epithelium), welche den ganzen Darmcanal vom Mund bis zum After, nebst allen seinen Anhangsdrüsen (Lunge, Leber, Speicheldrüsen, Darmdrüsen u. s. w.) auskleidet; aus dem zwischen beiden gelegenen mittleren Keimblatt entstehen alle übrigen Organe.

Die Vorgänge nun, durch welche aus so einfachem Baumaterial, aus den drei einfachen, nur aus Zellen zusammengesetzten Keimblättern, die verschiedenartigen und höchst verwickelt zusammengesetzten Theile des reifen Wirbelthierkörpers entstehen, sind erstens wiederholte Theilungen und dadurch Vermehrung der Zellen, zweitens Arbeitstheilung oder Differenzirung dieser Zellen, und drittens Verbindung der verschiedenartig ausgebildeten oder differenzirten Zellen zur Bildung der verschiedenen Organe. So entsteht der stufenweise Fortschritt oder die Vervollkommnung, welche in der Ausbildung des embryonalen Leibes Schritt für Schritt zu verfolgen ist. Die ein-

fachen Embryonalzellen, welche den Wirbelthierkörper zusammensetzen wollen, verhalten sich wie Bürger, welche einen Staat gründen wollen. Die einen ergreifen diese, die anderen jene Thätigkeit, und bilden dieselbe zum Besten des Ganzen aus. Durch diese Arbeitstheilung oder Differenzirung, und die damit im Zusammenhang stehende Vervollkommnung (den organischen Fortschritt), wird es dem ganzen Staate möglich, Leistungen zu vollziehen, welche dem einzelnen Individuum unmöglich wären. Der ganze Wirbelthierkörper, wie jeder andere mehrzellige Organismus, ist ein republikanischer Zellenstaat, und daher kann derselbe organische Functionen vollziehen, welche die einzelne Zelle als Einsiedler (z. B. eine Amoebe oder eine einzellige Pflanze) niemals leisten könnte.

Es wird keinem vernünftigen Menschen einfallen, in den zweckmäßigen Einrichtungen, welche zum Wohle des Ganzen und der Einzelnen in jedem menschlichen Staate getroffen sind, die zweckmäßige Thätigkeit eines persönlichen überirdischen Schöpfers erkennen zu wollen. Vielmehr weiß Jedermann, daß jene zweckmäßigen Organisationseinrichtungen des Staats die Folge von dem Zusammenwirken der einzelnen Bürger und ihrer Regierung, sowie von deren Anpassung an die Existenzbedingungen der Außenwelt sind. Ganz ebenso müssen wir aber auch den mehrzelligen Organismus beurtheilen. Auch in diesem sind alle zweckmäßigen Einrichtungen lediglich die natürliche und nothwendige Folge des Zusammenwirkens, der Differenzirung und Vervollkommnung der einzelnen Staatsbürger, der Zellen; und nicht etwa die künstlichen Einrichtungen eines zweckmäßig thätigen Schöpfers. Wenn Sie diesen Vergleich recht erwägen und weiter verfolgen, wird Ihnen deutlich die Verkehrtheit jener dualistischen Naturanschauung klar werden, welche in der Zweckmäßigkeit der Organisation die Wirkung eines schöpferischen Bauplans sucht.

Lassen Sie uns nun die individuelle Entwickelung des Wirbelthierkörpers noch einige Schritte weiter verfolgen, und sehen, was die Staatsbürger dieses embryonalen Organismus zunächst anfangen. In der Mittellinie der geigenförmigen Scheibe, welche aus den drei

Digitized by Google

zelligen Keimblättern zusammengesetzt ist, entsteht eine gerade feine Furche, die sogenannte „Primitivrinne", durch welche der geigenförmige Leib in zwei gleiche Seitenhälften abgetheilt wird, ein rechtes und ein linkes Gegenstück oder Antimer. Beiderseits jener Rinne oder Furche erhebt sich das obere oder äußere Keimblatt in Form einer Längsfalte, und beide Falten wachsen dann über der Rinne in der Mittellinie zusammen und bilden so ein cylindrisches Rohr. Dieses Rohr heißt das Markrohr oder Medullarrohr, weil es die Anlage des Centralnervensystems, des Rückenmarks (Medulla spinalis) ist. Anfangs ist dasselbe vorn und hinten zugespitzt, und so bleibt dasselbe bei den niedersten Wirbelthieren, den gehirnlosen und schädellosen Lanzetthieren (Amphioxus) zeitlebens. Bei allen übrigen Wirbelthieren aber, die wir von letzteren als Schädelthiere oder Kranioten unterscheiden, wird alsbald ein Unterschied zwischen vorderem und hinterem Ende des Medullarrohrs sichtbar, indem das erstere sich aufbläht und in eine rundliche Blase, die Anlage des Gehirns verwandelt.

Bei allen Kranioten, d. h. bei allen mit Schädel und Gehirn versehenen Wirbelthieren, zerfällt das Gehirn, welches anfangs bloß die blasenförmige Auftreibung vom vorderen Ende des Rückenmarks ist, bald in fünf hinter einander liegende Blasen, indem sich vier oberflächliche quere Einschnürungen bilden. Diese fünf Hirnblasen, aus denen sich späterhin alle verschiedenen Theile des so verwickelt gebauten Gehirns hervorbilden, sind an dem in Fig. 7 abgebildeten Embryon in ihrer ursprünglichen Anlage zu erblicken. Es ist ganz gleich, ob wir das Embryon eines Hundes, eines Huhnes, einer Schildkröte oder irgend eines anderen höheren Wirbelthieres betrachten. Denn die Embryen der verschiedenen Schädelthiere (mindestens der drei höheren Klassen, der Reptilien, Vögel und Säugethiere) sind in dem, Fig. 7 dargestellten Stadium noch gar nicht zu unterscheiden. Die ganze Körperform ist noch höchst einfach, eine dünne blattförmige Scheibe. Gesicht, Beine, Eingeweide u. s. w. fehlen noch gänzlich. Aber die fünf Hirnblasen sind schon deutlich von einander abgesetzt.

Fig. 7.

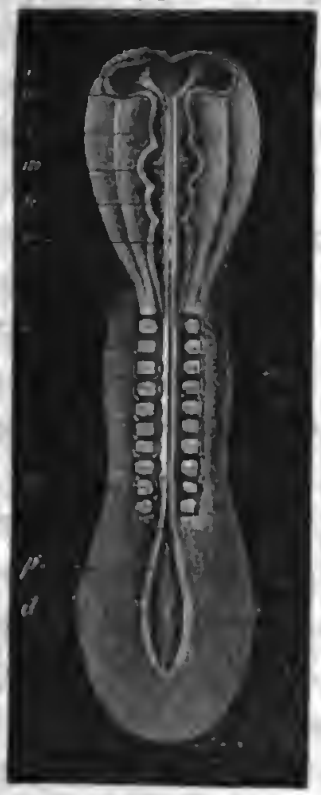


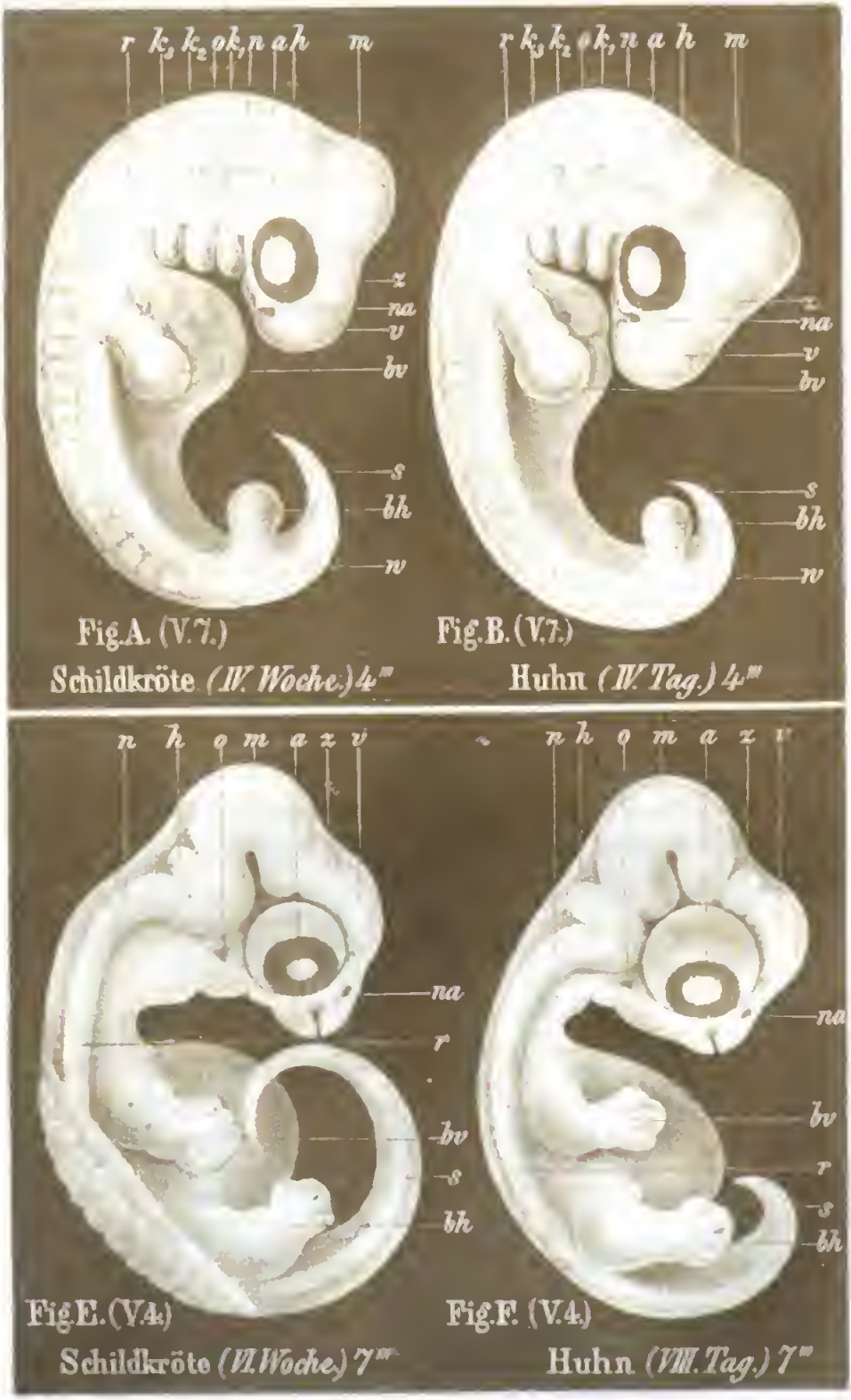
Fig. 7. Embryon eines Säugethieres oder Vogels, in dem soeben die fünf Hirnblasen angelegt sind. *v* Vorderhirn. *z* Zwischenhirn. *m* Mittelhirn. *h* Hinterhirn. *n* Nachhirn. *p* Rückenmark. *a* Augenblasen. *w* Urwirbel. *d* Rückenstrang oder Chorda.

Die erste Blase, das Vorderhirn (v) ist insofern die wichtigste, als sie vorzugsweise die sogenannten großen Hemisphären, oder die Halbkugeln des großen Gehirns bildet, desjenigen Theiles, welcher der Sitz der höheren Geistesthätigkeiten ist. Je höher diese letzteren sich bei dem Wirbelthier entwickeln, desto mehr wachsen die beiden Seitenhälften des Vorderhirns oder die großen Hemisphären auf Kosten der vier übrigen Blasen und legen sich von vorn und oben her über die anderen herüber. Beim Menschen, wo sie verhältnißmäßig am stärksten entwickelt sind, entsprechend der höheren Geistesentwickelung, bedecken sie später die übrigen Theile von oben her fast ganz. (Vergl. Taf. II und III.) Die zweite Blase, das Zwischenhirn (z) bildet besonders denjenigen Gehirntheil, welchen man Sehhügel nennt, und steht in der nächsten Beziehung zu den Augen (a), welche als zwei Blasen rechts und links aus dem Vorderhirn hervorwachsen und später am Boden des Zwischenhirns liegen. Die dritte Blase, das Mittelhirn (m) geht größtentheils in der Bildung der sogenannten Vierhügel auf, eines hochgewölbten Gehirntheiles, welcher besonders bei den Reptilien und bei den Vögeln stark ausgebildet ist (Fig. E, F, Taf. II), während er bei den Säugethieren viel mehr zurücktritt (Fig. G, H, Taf. III). Die vierte Blase, das Hinterhirn (h) bildet die sogenannten kleinen Hemisphären oder die Halbkugeln nebst dem Mitteltheil des kleinen Gehirn (Cerebellum), ein Gehirntheil, über dessen Bedeutung

man die widersprechendsten Vermuthungen hegt, der aber vorzugsweise die Coordination der Bewegungen zu regeln scheint. Endlich die fünfte Blase, das Nachhirn (n), bildet sich zu demjenigen sehr wichtigen Theil des Centralnervensystems aus, welchen man das verlängerte Mark (Medulla oblongata) nennt. Es ist das Centralorgan der Athembewegungen und anderer wichtiger Functionen, und seine Verletzung führt sofort den Tod herbei, während man die großen Hemisphären des Vorderhirns (oder die „Seele" im engeren Sinne) stückweise abtragen und zuletzt ganz vernichten kann, ohne daß das Wirbelthier deßhalb stirbt; nur seine höheren Geistesthätigkeiten schwinden dadurch.

Diese fünf Hirnblasen sind ursprünglich bei allen Wirbelthieren, die überhaupt ein Gehirn besitzen, gleichmäßig angelegt, und bilden sich erst allmählich bei den verschiedenen Gruppen so verschiedenartig aus, daß es nachher sehr schwierig ist, in den ganz entwickelten Gehirnen die gleichen Theile wieder zu erkennen. In dem frühen Entwickelungsstadium, welches in Fig. 7 dargestellt ist, erscheint es noch ganz unmöglich, die Embryen der verschiedenen Säugethiere, Vögel und Reptilien von einander zu unterscheiden. Wenn Sie dagegen die viel weiter entwickelten Embryen auf Taf. II und III mit einander vergleichen, werden Sie schon deutlich die ungleichartige Ausbildung erkennen, und namentlich wahrnehmen, daß das Gehirn der beiden Säugethiere (G) und (H) schon stark von dem der Vögel (F) und Reptilien (E) abweicht. Bei letzteren beiden zeigt bereits das Mittelhirn, bei den ersteren dagegen das Vorderhirn sein Uebergewicht. Aber auch noch in diesem Stadium ist das Gehirn des Vogels (F) von dem der Schildkröte (E) kaum verschieden, und ebenso ist das Gehirn des Hundes (G) demjenigen des Menschen (H) jetzt noch fast gleich. Wenn Sie dagegen die Gehirne dieser vier Wirbelthiere im ausgebildeten Zustande mit einander vergleichen, so finden Sie dieselben in allen anatomischen Einzelheiten so sehr verschieden, daß Sie nicht einen Augenblick darüber in Zweifel sein können, welchem Thiere jedes Gehirn angehört.

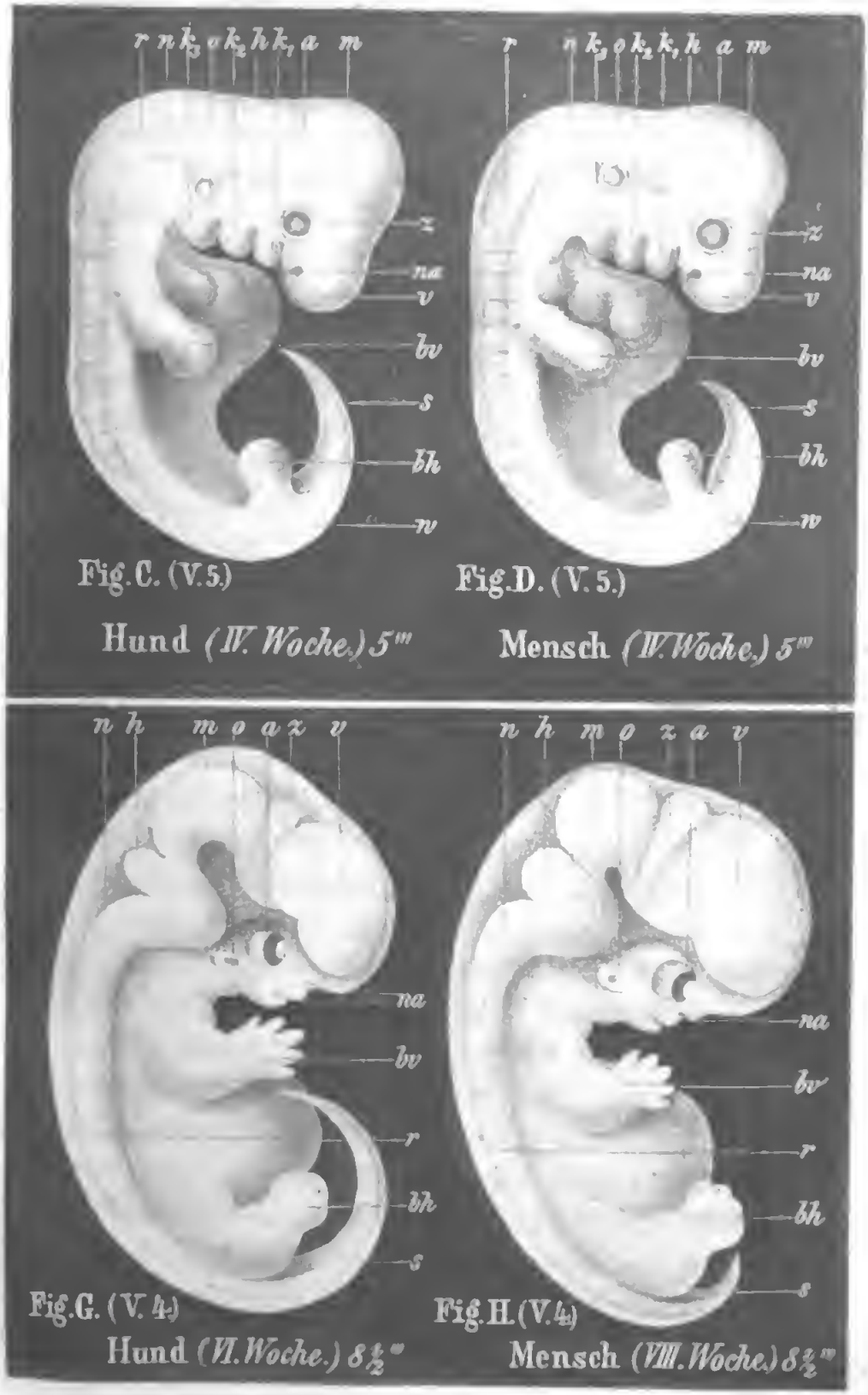
Taf. II



r Vorderhirn, *z* Zwischenhirn, *m* Mittelhirn, *h* Hinterhirn, *n* Nachhirn, *w* Wirbel, *r* Rückenmark.

von vier Wirbelthieren.

Haeckel, Nat. Schöpfungsgeschichte. II. Aufl. Taf. III



na Nase, *a* Auge, *o* Ohr, $k, k_2 k_3$ Kiemenbogen, *s* Schwanz, *br* Vorderbein, *bh* Hinterbein.

Ich habe Ihnen hier die urſprüngliche Gleichheit und die erſt allmählich eintretende und dann immer wachſende Sonderung oder Differenzirung des Embryon bei den verſchiedenen Wirbelthieren ſpeciell an dem Beiſpiele des Gehirns erläutert, weil gerade dieſes Organ der Seelenthätigkeit von ganz beſonderem Intereſſe iſt. Ich hätte aber ebenſo gut das Herz oder die Leber oder die Gliedmaßen, kurz jeden anderen Körpertheil ſtatt deſſen anführen können, da ſich immer daſſelbe Schöpfungswunder hier wiederholt, nämlich die Thatſache, daß alle Theile urſprünglich bei den verſchiedenen Wirbelthieren gleich ſind, und daß erſt allmählich die Verſchiedenheiten ſich ausbilden, durch welche die verſchiedenen Klaſſen, Ordnungen, Familien, Gattungen u. ſ. w. ſich von einander ſondern und abſtufen.

Es giebt gewiß wenige Körpertheile, welche ſo verſchiedenartig ausgebildet ſind, wie die Gliedmaßen oder Extremitäten der verſchiedenen Wirbelthiere. Nun bitte ich Sie, in Fig. A—H auf Taf. II und III die vorderen Extremitäten (b v) der verſchiedenen Embryen mit einander zu vergleichen, und Sie werden kaum im Stande ſein, irgend welche bedeutende Unterſchiede zwiſchen dem Arm des Menſchen (H b v), dem Flügel des Vogels (F b v), dem ſchlanken Vorderbein des Hundes (G b v) und dem plumpen Vorderbein der Schildkröte (E b v) zu erkennen. Ebenſo wenig werden Sie bei Vergleichung der hinteren Extremität (b h) in dieſen Figuren herausfinden, wodurch das Bein des Menſchen (H b h) und des Vogels (F b h), das Hinterbein des Hundes (G b h) und der Schildkröte (E b h) ſich unterſcheiden. Vordere ſowohl als hintere Extremitäten ſind jetzt noch kurze und breite Platten, an deren Endausbreitung die Anlagen der fünf Zehen noch durch Schwimmhaut verbunden ſind. In einem noch früheren Stadium (Fig. A—D) ſind die fünf Zehen noch nicht einmal angelegt, und es iſt ganz unmöglich, auch nur vordere und hintere Gliedmaßen zu unterſcheiden. Dieſe ſowohl als jene ſind nichts als ganz einfache rundliche Fortſätze, welche aus der Seite des Rumpfes hervorgeſproßt ſind. In dem frühen Stadium, welches

Fig. 7 darstellt, fehlen dieselben überhaupt noch ganz, und der ganze Embryo ist ein einfacher Rumpf ohne eine Spur von Gliedmaßen.

An den auf Taf. II und III dargestellten Embryen aus der vierten Woche der Entwickelung (Fig. A—D), in denen Sie jetzt wohl noch keine Spur des erwachsenen Thieres werden erkennen können, möchte ich Sie noch besonders aufmerksam machen auf eine äußerst wichtige Bildung, welche allen Wirbelthieren ursprünglich gemeinsam ist, welche aber späterhin zu den verschiedensten Organen umgebildet wird. Sie kennen gewiß Alle die Kiemenbogen der Fische, jene knöchernen Bogen, welche zu drei oder vier hinter einander auf jeder Seite des Halses liegen, und welche die Athmungsorgane der Fische, die Kiemen tragen (Doppelreihen von rothen Blättchen, welche das Volk „Fischohren" nennt). Diese Kiemenbogen nun sind beim Menschen (D) und beim Hunde (C), beim Huhne (B) und bei der Schildkröte (A) ursprünglich ganz ebenso vorhanden, wie bei allen übrigen Wirbelthieren. (In Figur A—D sind die drei Kiemenbogen der rechten Halsseite mit den Buchstaben k 1, k 2, k 3 bezeichnet). Allein nur bei den Fischen bleiben dieselben in der ursprünglichen Anlage bestehen und bilden sich zu Athmungsorganen aus. Bei den übrigen Wirbelthieren werden dieselben theils zur Bildung des Gesichts (namentlich des Kieferapparats), theils zur Bildung des Gehörorgans verwendet.

Endlich will ich nicht verfehlen, Sie bei Vergleichung der auf Taf. II und III abgebildeten Embryonen nochmals auf das Schwänzchen des Menschen (s) aufmerksam zu machen, welches derselbe mit allen übrigen Wirbelthieren in der ursprünglichen Anlage theilt. Die Auffindung „geschwänzter Menschen" wurde lange Zeit von vielen Monisten mit Sehnsucht erwartet, um darauf eine nähere Verwandtschaft des Menschen mit den übrigen Säugethieren begründen zu können. Und ebenso heben ihre dualistischen Gegner oft mit Stolz hervor, daß der gänzliche Mangel des Schwanzes einen der wichtigsten körperlichen Unterschiede zwischen dem Menschen und den Thieren bilde, wobei sie nicht an die vielen schwanzlosen Thiere dachten, die es wirk-

lich giebt. Nun besitzt aber der Mensch in den ersten Monaten der Entwickelung ebenso gut einen wirklichen Schwanz, wie die nächstverwandten schwanzlosen Affen (Orang, Schimpanse, Gorilla) und wie die Wirbelthiere überhaupt. Während derselbe aber bei den Meisten, z. B. beim Hunde (Fig. C, G) im Laufe der Entwickelung immer länger wird, bildet er sich beim Menschen (Fig. D, H) und bei den ungeschwänzten Säugethieren von einem gewissen Zeitpunkt der Entwickelung an zurück und verwächst zuletzt völlig. Indessen ist auch beim ausgebildeten Menschen der Rest des Schwanzes als verkümmertes oder rudimentäres Organ noch in den drei bis fünf Schwanzwirbeln (Vertebrae coccygeae) zu erkennen, welche das hintere oder untere Ende der Wirbelsäule bilden (S. 258).

Die meisten Menschen wollen noch gegenwärtig die wichtigste Folgerung der Descendenztheorie, die paläontologische Entwickelung des Menschen aus affenähnlichen und weiterhin aus niederen Säugethieren nicht anerkennen, und halten eine solche Umbildung der organischen Form für unmöglich. Ich frage Sie aber, sind die Erscheinungen der individuellen Entwickelung des Menschen, von denen ich Ihnen hier die Grundzüge vorgeführt habe, etwa weniger wunderbar? Ist es nicht im höchsten Grade merkwürdig, daß alle Wirbelthiere aus den verschiedensten Klassen, Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugethiere, in den ersten Zeiten ihrer embryonalen Entwickelung geradezu nicht zu unterscheiden sind, und daß selbst viel später noch, in einer Zeit, wo bereits Reptilien und Vögel sich deutlich von den Säugethieren unterscheiden, Hund und Mensch noch beinahe identisch sind? Fürwahr, wenn man jene beiden Entwickelungsreihen mit einander vergleicht, und sich fragt, welche von beiden wunderbarer ist, so muß uns die Ontogenie oder die kurze und schnelle Entwickelungsgeschichte des Individuums viel räthselhafter erscheinen, als die Phylogenie oder die lange und langsame Entwickelungsgeschichte des Stammes. Denn eine und dieselbe großartige Formwandelung und Umbildung wird von der letzteren im Laufe von vielen tausend Jahren, von der ersteren dagegen im Laufe

weniger Monate vollbracht. Offenbar iſt dieſe überaus ſchnelle und auffallende Umbildung des Individuums in der Ontogeneſis, welche wir jeden Augenblick thatſächlich durch directe Beobachtung feſtſtellen können, an ſich viel wunderbarer, viel erſtaunlicher, als die entſprechende, aber viel langſamere und allmählichere Umbildung, welche die lange Vorfahrenkette deſſelben Individuums in der Phylogeneſis durchgemacht hat.

Beide Reihen der organiſchen Entwickelung, die Ontogeneſis des Individuums, und die Phylogeneſis des Stammes, zu welchem daſſelbe gehört, ſtehen im innigſten urſächlichen Zuſammenhange. Ich habe dieſe Theorie, welche ich für äußerſt wichtig halte, im zweiten Bande meiner generellen Morphologie [4]) ausführlich zu begründen verſucht. Wie ich dort zeigte, iſt die Ontogeneſis, oder die Entwickelung des Individuums, eine kurze und ſchnelle, durch die Geſetze der Vererbung und Anpaſſung bedingte Wiederholung (Recapitulation) der Phylogeneſis oder der Entwickelung des zugehörigen Stammes, d. h. der Vorfahren, welche die Ahnenkette des betreffenden Individuums bilden. (Gen. Morph. II, S. 110—147, 371).

In dieſem innigen Zuſammenhang der Ontogenie und Phylogenie erblicke ich einen der wichtigſten und unwiderleglichſten Beweiſe der Deſcendenztheorie. Es vermag Niemand dieſe Erſcheinungen zu erklären, wenn er nicht auf die Vererbungs- und Anpaſſungsgeſetze zurückgeht; durch dieſe erſt ſind ſie erklärlich. Ganz beſonders verdienen dabei die Geſetze unſere Beachtung, welche wir früher als die Geſetze der abgekürzten, der gleichzeitlichen und der gleichörtlichen Vererbung erläutert haben. Indem ſich ein ſo hochſtehender und verwickelter Organismus, wie es der menſchliche oder der Organismus jedes anderen Säugethiers iſt, von jener einfachen Zellenſtufe an aufwärts erhebt, indem er fortſchreitet in ſeiner Differenzirung und Vervollkommnung, durchläuft er dieſelbe Reihe von Umbildungen, welche ſeine thieriſchen Ahnen vor undenklichen Zeiten, während ungeheurer Zeiträume durchlaufen haben. Schon

früher habe ich auf diesen äußerst wichtigen Parallelismus der individuellen und Stammesentwickelung hingewiesen (S. 10). Gewisse, sehr frühe und tief stehende Entwickelungsstadien des Menschen und der höheren Wirbelthiere überhaupt entsprechen durchaus gewissen Bildungen, welche zeitlebens bei niederen Fischen fortdauern. Es folgt dann eine Umbildung des fischähnlichen Körpers zu einem amphibienartigen. Viel später erst entwickelt sich aus diesem der Säugethierkörper mit seinen bestimmten Charakteren, und man kann hier wieder in den auf einander folgenden Entwickelungsstadien eine Reihe von Stufen fortschreitender Umbildung erkennen, welche offenbar den Verschiedenheiten verschiedener Säugethierordnungen und Familien entsprechen. In derselben Reihenfolge sehen wir aber auch die Vorfahren des Menschen und der höheren Säugethiere in der Erdgeschichte nach einander auftreten: zuerst Fische, dann Amphibien, später niedere und zuletzt erst höhere Säugethiere. Hier ist also die embryonale Entwickelung des Individuums durchaus parallel der paläontologischen Entwickelung des ganzen zugehörigen Stammes; und diese äußerst interessante und wichtige Erscheinung ist einzig und allein durch Darwin's Selectionstheorie, durch die Wechselwirkung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze zu erklären.

Das zuletzt angeführte Beispiel von dem Parallelismus der paläontologischen und der individuellen Entwickelungsreihe lenkt nun unsere Aufmerksamkeit noch auf eine dritte Entwickelungsreihe, welche zu diesen beiden in den innigsten Beziehungen steht und denselben ebenfalls im Ganzen parallel läuft. Das ist nämlich diejenige Entwickelungsreihe von Formen, welche das Untersuchungsobject der vergleichenden Anatomie ist, und welche wir kurz die systematische oder specifische Entwickelung nennen wollen. Wir verstehen darunter die Kette von verschiedenartigen, aber doch verwandten und zusammenhängenden Formen, welche zu irgend einer Zeit der Erdgeschichte, also z. B. in der Gegenwart, neben einander existiren. Indem die vergleichende Anatomie die verschiedenen ausgebildeten Formen der entwickelten Organismen mit einander ver-

gleicht, ſucht ſie das gemeinſame Urbild zu erkennen, welches den mannichfaltigen Formen der verwandten Arten, Gattungen, Klaſſen u. ſ. w. zu Grunde liegt, und welches durch deren Differenzirung nur mehr oder minder verſteckt wird. Sie ſucht die Stufenleiter des Fortſchritts feſtzuſtellen, welche durch den verſchiedenen Vervollkommnungsgrad der divergenten Zweige des Stammes bedingt iſt. Um bei dem angeführten Beiſpiele zu bleiben, ſo zeigt uns die vergleichende Anatomie, wie die einzelnen Organe und Organſyſteme des Wirbelthierſtammes in den verſchiedenen Klaſſen, Familien, Arten deſſelben ſich ungleichartig entwickelt, differenzirt und vervollkommnet haben. Sie erklärt uns, in welchen Beziehungen die Reihenfolge der Wirbelthierklaſſen von den Fiſchen aufwärts durch die Amphibien zu den Säugethieren, und hier wieder von den niederen zu den höheren Säugethierordnungen, eine aufſteigende Stufenleiter bildet. Dieſem Beſtreben, eine zuſammenhängende anatomiſche Entwickelungsreihe herzuſtellen, begegnen Sie in den Arbeiten der großen vergleichenden Anatomen aller Zeiten, in den Arbeiten von Goethe[3]), Meckel, Cuvier, Johannes Müller, Gegenbaur[21]), Huxley.

Die Entwickelungsreihe der ausgebildeten Formen, welche die vergleichende Anatomie in den verſchiedenen Divergenz- und Fortſchrittsſtufen des organiſchen Syſtems nachweiſt, und welche wir die ſyſtematiſche Entwickelungsreihe nannten, iſt parallel der paläontologiſchen Entwickelungsreihe, weil ſie das anatomiſche Reſultat der letzteren betrachtet, und ſie iſt parallel der individuellen Entwickelungsreihe, weil dieſe ſelbſt wiederum der paläontologiſchen parallel iſt. Wenn zwei Parallelen einer dritten parallel ſind, ſo müſſen ſie auch unter einander parallel ſein.

Die mannichfaltige Differenzirung und der ungleiche Grad von Vervollkommnung, welchen die vergleichende Anatomie in der Entwickelungsreihe des Syſtems nachweiſt, iſt weſentlich bedingt durch die zunehmende Mannichfaltigkeit der Exiſtenzbedingungen, denen ſich die verſchiedenen Gruppen im Kampf um das Daſein anpaßten, und durch den verſchiedenen Grad von Schnelligkeit und Vollſtändigkeit,

mit welchem diese Anpassung geschah. Die conservativen Gruppen, welche die ererbten Eigenthümlichkeiten am zähesten festhielten, blieben in Folge dessen auf der tiefsten und rohesten Entwickelungsstufe stehen. Die am schnellsten und vielseitigsten fortschreitenden Gruppen, welche sich den vervollkommneten Existenzbedingungen am bereitwilligsten anpaßten, erreichten selbst den höchsten Vollkommenheitsgrad. Je weiter sich die organische Welt im Laufe der Erdgeschichte entwickelte, desto größer mußte diese Divergenz der niederen conservativen und der höheren progressiven Gruppen werden, wie das ja eben so auch aus der Völkergeschichte ersichtlich ist. Hieraus erklärt sich auch die historische Thatsache, daß die vollkommensten Thier- und Pflanzengruppen sich verhältnißmäßig in kurzer Zeit zu sehr bedeutender Höhe entwickelt haben, während die niedrigsten, conservativsten Gruppen durch alle Zeiten hindurch auf der ursprünglichen, rohesten Stufe stehen geblieben, oder nur sehr langsam und allmählich etwas fortgeschritten sind. Auch die Ahnenreihe des Menschen zeigt dies Verhältniß deutlich. Die Haifische der Jetztzeit stehen den Urfischen, welche zu den ältesten Wirbelthierahnen des Menschen gehören, noch sehr nahe, ebenso die heutigen niedersten Amphibien (Kiemenmolche und Salamander) den Amphibien, welche sich aus jenen zunächst entwickelten. Und ebenso sind unter den späteren Vorfahren des Menschen die Beutelthiere, die ältesten Säugethiere, zugleich die unvollkommensten Thiere dieser Klasse, die heute noch leben. Die uns bekannten Gesetze der Vererbung und Anpassung genügen vollständig, um diese äußerst wichtige und interessante Erscheinung zu erklären, die man kurz als den Parallelismus der individuellen, der paläontologischen und der systematischen Entwickelung, des betreffenden Fortschrittes und der betreffenden Differenzirung bezeichnen kann. Kein Gegner der Descendenztheorie ist im Stande gewesen, für diese höchst wunderbare Thatsache eine Erklärung zu liefern, während sie sich nach der Descendenztheorie aus den Gesetzen der Vererbung und Anpassung vollkommen erklärt.

Wenn Sie diesen Parallelismus der drei organischen Entwicke-

lungsreihen schärfer ins Auge fassen, so müssen Sie noch folgende nähere Bestimmung hinzufügen. Die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeschichte jedes Organismus (Embryologie und Metamorphologie) bildet eine einfache, unverzweigte oder leiterförmige Kette von Formen; und ebenso derjenige Theil der Phylogenie, welcher die paläontologische Entwickelungsgeschichte der directen Vorfahren jenes individuellen Organismus enthält. Dagegen bildet die ganze Phylogenie, welche uns in dem natürlichen System jedes organischen Stammes oder Phylum entgegentritt, und welche die paläontologische Entwickelung aller Zweige dieses Stammes untersucht, eine verzweigte oder baumförmige Entwickelungsreihe, einen wirklichen Stammbaum. Untersuchen Sie vergleichend die entwickelten Zweige dieses Stammbaums und stellen Sie dieselben nach dem Grade ihrer Differenzirung und Vervollkommnung zusammen, so erhalten Sie die baumförmig verzweigte systematische Entwickelungsreihe der vergleichenden Anatomie. Genau genommen ist also diese letztere der ganzen Phylogenie und mithin nur theilweise der Ontogenie parallel; denn die Ontogenie selbst ist nur einem Theile der Phylogenie parallel.

Alle im Vorhergehenden erläuterten Erscheinungen der organischen Entwickelung, insbesondere dieser dreifache genealogische Parallelismus, und die Differenzirungs- und Fortschrittsgesetze, welche in jeder dieser drei organischen Entwickelungsreihen sichtbar sind, sodann die ganze Erscheinungsreihe der rudimentären Organe, sind äußerst wichtige Belege für die Wahrheit der Descendenztheorie. Denn sie sind nur durch diese zu erklären, während die Gegner derselben auch nicht die Spur einer Erklärung dafür aufbringen können. Ohne die Abstammungslehre läßt sich die Thatsache der organischen Entwickelung überhaupt nicht begreifen. Wir würden daher gezwungen sein, auf Grund derselben Lamarck's Descendenztheorie anzunehmen, auch wenn wir nicht Darwin's Züchtungstheorie besäßen.

Dreizehnter Vortrag.

Entwickelungstheorie des Weltalls und der Erde. Urzeugung. Kohlenstofftheorie. Plastidentheorie.

Entwickelungsgeschichte der Erde. Kant's Entwickelungstheorie des Weltalls oder die kosmologische Gastheorie. Entwickelung der Sonnen, Planeten und Monde. Erste Entstehung des Wassers. Vergleichung der Organismen und Anorgane. Organische und anorganische Stoffe. Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzustände. Eiweißartige Kohlenstoffverbindungen. Organische und anorganische Formen. Krystalle und structurlose Organismen ohne Organe. Stereometrische Grundformen der Krystalle und der Organismen. Organische und anorganische Kräfte. Lebenskraft. Wachsthum und Anpassung bei Krystallen und bei Organismen. Bildungstriebe der Krystalle. Einheit der organischen und anorganischen Natur. Urzeugung oder Archigonie. Autogonie und Plasmogonie. Entstehung der Moneren durch Urzeugung. Entstehung der Zellen aus Moneren. Zellentheorie. Plastidentheorie. Plastiden oder Bildnerinnen. Cytoden und Zellen. Vier verschiedene Arten von Plastiden.

Meine Herren! Durch unsere bisherigen Betrachtungen haben wir vorzugsweise die Frage zu beantworten versucht, durch welche Ursachen neue Arten von Thieren und Pflanzen aus bestehenden Arten hervorgegangen sind. Wir haben diese Frage nach Darwin's Theorie dahin beantwortet, daß die natürliche Züchtung im Kampf um's Dasein, d. h. die Wechselwirkung der Vererbungs- und Anpassungsgesetze völlig genügend ist, um die unendliche Mannichfaltigkeit der verschiedenen, scheinbar zweckmäßig nach einem Bauplane orga-

Digitized by Google

nisirten Thiere und Pflanzen mechanisch zu erzeugen. Inzwischen wird sich Ihnen schon wiederholt die Frage aufgedrängt haben: Wie entstanden aber nun die ersten Organismen, oder der eine ursprüngliche Stammorganismus, von welchem wir alle übrigen ableiten?

Diese Frage hat Lamarck[2]) durch die Hypothese der Urzeugung oder Archigonie beantwortet. Darwin dagegen geht über dieselbe hinweg, indem er ausdrücklich hervorhebt, daß er „Nichts mit dem Ursprung der geistigen Grundkräfte, noch mit dem des Lebens selbst zu schaffen habe." Am Schlusse seines Werkes spricht er sich darüber bestimmter in folgenden Worten aus: „Ich nehme an, daß wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgend einer Urform abstammen, welcher das Leben zuerst vom Schöpfer eingehaucht worden ist." Außerdem beruft sich Darwin zur Beruhigung derjenigen, welche in der Descendenztheorie den Untergang der ganzen „sittlichen Weltordnung" erblicken, auf einen berühmten Schriftsteller und Geistlichen, welcher ihm geschrieben hatte: „Er habe allmählich einsehen gelernt, daß es eine ebenso erhabene Vorstellung von der Gottheit sei, zu glauben, daß sie nur einige wenige der Selbstentwickelung in andere und nothwendige Formen fähige Urtypen geschaffen, als daß sie immer wieder neue Schöpfungsacte nöthig gehabt habe, um die Lücken auszufüllen, welche durch die Wirkung ihrer eigenen Gesetze entstanden seien." Diejenigen, denen der Glaube an eine übernatürliche Schöpfung ein Gemüthsbedürfniß ist, können sich bei dieser Vorstellung beruhigen. Sie können jenen Glauben mit der Descendenztheorie vereinbaren; denn sie können in der Erschaffung eines einzigen ursprünglichen Organismus, der die Fähigkeit besaß, alle übrigen durch Vererbung und Anpassung aus sich zu entwickeln, wirklich weit mehr Erfindungskraft und Weisheit des Schöpfers bewundern, als in der unabhängigen Erschaffung der verschiedenen Arten.

Wenn wir uns in dieser Weise die Entstehung der ersten irdischen Organismen, von denen alle übrigen abstammen, durch die zweckmäßige und planvolle Thätigkeit eines persönlichen Schöpfers er-

klären wollten, so würden wir damit auf eine wissenschaftliche Erkenntniß derselben verzichten, und aus dem Gebiete der wahren Wissenschaft auf das gänzlich getrennte Gebiet der dichtenden Glaubenschaft hinübertreten. Wir würden durch die Annahme eines übernatürlichen Schöpfungsaktes einen Sprung in das Unbegreifliche thun. Ehe wir uns zu diesem letzten Schritte entschließen und damit auf eine wissenschaftliche Erkenntniß jenes Vorgangs verzichten, sind wir jedenfalls zu dem Versuche verpflichtet, denselben durch eine mechanische Hypothese zu beleuchten. Wir müssen jedenfalls untersuchen, ob denn wirklich jener Vorgang so wunderbar ist, und ob wir uns keine haltbare Vorstellung von einer ganz natürlichen Entstehung jenes ersten Stammorganismus machen können. Auf das Wunder der Schöpfung würden wir dann gänzlich verzichten können.

Es wird hierbei nothwendig sein, zunächst etwas weiter auszuholen und die natürliche Schöpfungsgeschichte der Erde und, noch weiter zurückgehend, die natürliche Schöpfungsgeschichte des ganzen Weltalls in ihren allgemeinen Grundzügen zu betrachten. Es wird Ihnen Allen wohl bekannt sein, daß aus dem Bau der Erde, wie wir ihn gegenwärtig kennen, die Vorstellung abgeleitet und bis jetzt noch nicht widerlegt ist, daß das Innere unserer Erde sich in einem feurigflüssigen Zustande befindet, und daß die aus verschiedenen Schichten zusammengesetzte feste Rinde, auf deren Oberfläche die Organismen leben, nur eine sehr dünne Kruste oder Schale um den feurigflüssigen Kern bildet. Zu dieser Anschauung sind wir durch verschiedene übereinstimmende Erfahrungen und Schlüsse gelangt. Zunächst spricht dafür die Erfahrung, daß die Temperatur der Erdrinde nach dem Inneren hin stetig zunimmt. Je tiefer wir hinabsteigen, desto höher steigt die Wärme des Erdbodens, und zwar in dem Verhältniß, daß auf jede 100 Fuß Tiefe die Temperatur ungefähr um einen Grad zunimmt. In einer Tiefe von 6 Meilen würde demnach bereits eine Hitze von 1500° herrschen, hinreichend, um die meisten festen Stoffe unserer Erdrinde in geschmolzenem feuerflüssigem Zustande zu erhalten. Diese Tiefe ist aber erst der 286ste Theil des ganzen Erddurch-

meſſers (1717 Meilen). Wir wiſſen ferner, daß Quellen, die aus beträchtlicher Tiefe hervorkommen, eine ſehr hohe Temperatur beſitzen, und zum Theil ſelbſt das Waſſer im kochenden Zuſtande an die Oberfläche befördern. Sehr wichtige Zeugen ſind endlich die vulkaniſchen Erſcheinungen, das Hervorbrechen feuerflüſſiger Geſteinsmaſſen durch einzelne berſtende Stellen der Erdrinde hindurch. Alle dieſe Erſcheinungen führen uns mit großer Sicherheit zu der wichtigen Annahme, daß die feſte Erdrinde nur einen ganz geringen Bruchtheil, noch lange nicht den tauſendſten Theil von dem ganzen Durchmeſſer der Erdkugel bildet, und daß dieſe ſich noch heute größtentheils in geſchmolzenem oder feuerflüſſigem Zuſtande befindet.

Wenn wir nun auf Grund dieſer Annahme über die einſtige Entwickelungsgeſchichte des Erdballs nachdenken, ſo werden wir folgerichtig noch einen Schritt weiter geführt, nämlich zu der Annahme, daß in früherer Zeit die ganze Erde ein feurigflüſſiger Körper, und daß die Bildung einer dünnen erſtarrten Rinde auf der Oberfläche dieſes Balls erſt ein ſpäterer Vorgang war. Erſt allmählich, durch Ausſtrahlung der inneren Gluthhitze an den kalten Weltraum, verdichtete ſich die Oberfläche des glühenden Erdballs zu einer dünnen Rinde. Daß die Temperatur der Erde früher allgemein eine viel höhere war, wird durch viele Erſcheinungen bezeugt. Unter Anderen ſpricht dafür die gleichmäßige Vertheilung der Organismen in früheren Zeiten der Erdgeſchichte. Während bekanntlich jetzt den verſchiedenen Erdzonen und ihren mittleren Temperaturen verſchiedene Bevölkerungen von Thieren und Pflanzen entſprechen, war dies früher entſchieden nicht der Fall, und wir ſehen aus der Vertheilung der Verſteinerungen in den älteren Zeiträumen, daß erſt ſehr ſpät, in einer verhältnißmäßig neuen Zeit der organiſchen Erdgeſchichte (im Beginn der ſogenannten cenolithiſchen oder Tertiärzeit), eine Sonderung der Zonen und dem entſprechend auch ihrer organiſchen Bevölkerung ſtattfand. Während der ungeheuer langen Primär- und Secundärzeit lebten tropiſche Pflanzen, welche einen ſehr hohen Temperaturgrad bedürfen, nicht allein in der heutigen heißen Zone unter dem Aequator, ſondern auch in der

heutigen gemäßigten und kalten Zone. Auch viele andere Erscheinungen haben eine allmähliche Abnahme der Temperatur des Erdkörpers im Ganzen, und insbesondere eine erst spät eingetretene Abkühlung der Erdrinde von den Polen her kennen gelehrt. In seinen ausgezeichneten „Untersuchungen über die Entwickelungsgesetze der organischen Welt" hat der vortreffliche Bronn [19]) die zahlreichen geologischen und paläontologischen Beweise dafür zusammengestellt.

Auf diese Erscheinungen einerseits und auf die mathematisch-astronomischen Erkenntnisse vom Bau des Weltgebäudes andrerseits gründet sich nun die Theorie, daß die ganze Erde vor undenklicher Zeit, lange vor der ersten Entstehung von Organismen auf derselben, ein feuerflüssiger Ball war. Diese Theorie aber steht wiederum in Uebereinstimmung mit der großartigen Theorie von der Entstehung des Weltgebäudes und speciell unseres Planetensystems, welche auf Grund von mathematischen und astronomischen Thatsachen 1755 unser kritischer Philosoph Kant [22]) aufstellte, und welche später die berühmten Mathematiker Laplace und Herschel ausführlicher begründeten. Diese Kosmogenie oder Entwickelungstheorie des Weltalls steht noch heute in fast allgemeiner Geltung; sie ist durch keine bessere ersetzt worden, und Mathematiker, Astronomen und Geologen haben dieselbe durch mannichfaltige Beweise immer fester zu stützen versucht.

Die Kosmogenie Kant's behauptet, daß das ganze Weltall in unvordenklichen Zeiten ein gasförmiges Chaos bildete. Alle Materien, welche auf der Erde und anderen Weltkörpern gegenwärtig in verschiedenen Dichtigkeitszuständen, in festem, festflüssigem, tropfbarflüssigem und elastisch flüssigem oder gasförmigem Aggregatzustande sich gesondert finden, bildeten ursprünglich zusammen eine einzige gleichartige, den Weltraum gleichmäßig erfüllende Masse, welche in Folge eines außerordentlich hohen Temperaturgrades in gasförmigem oder luftförmigem, äußerst dünnem Zustande sich befand. Die Millionen von Weltkörpern, welche gegenwärtig auf die verschiedenen Sonnensysteme vertheilt sind, existirten damals noch nicht. Sie entstanden erst in Folge einer allgemeinen Drehbewegung

oder Rotation, bei welcher ſich eine Anzahl von feſteren Maſſengruppen mehr als die übrige gasförmige Maſſe verdichteten, und nun auf letztere als Anziehungsmittelpuncte wirkten. So entſtand eine Scheidung des chaotiſchen Urnebels oder Weltgaſes in eine Anzahl von rotirenden Nebelbällen, welche ſich mehr und mehr verdichteten. Auch unſer Sonnenſyſtem war ein ſolcher rieſiger gasförmiger Luftball, deſſen Theilchen ſich ſämmtlich um einen gemeinſamen Mittelpunkt, den Sonnenkern, herumdrehten. Der Nebelball ſelbſt nahm durch die Rotationsbewegung, gleich allen übrigen, eine Sphäroidform oder abgeplattete Kugelgeſtalt an.

Während die Centripetalkraft die rotirenden Theilchen immer näher an den feſten Mittelpunkt des Nebelballs heranzog, und ſo dieſen mehr und mehr verdichtete, war umgekehrt die Centrifugalkraft beſtrebt, die peripheriſchen Theilchen immer weiter von jenem zu entfernen und ſie abzuſchleudern. An dem Aequatorialrande der an beiden Polen abgeplatteten Kugel war dieſe Centrifugalkraft am ſtärkſten, und ſobald ſie bei weiter gehender Verdichtung das Uebergewicht über die Centripetalkraft erlangte, löſte ſich hier eine ringförmige Nebelmaſſe von dem rotirenden Balle ab. Dieſe Nebelringe zeichneten die Bahnen der zukünftigen Planeten vor. Allmählig verdichtete ſich die Nebelmaſſe des Ringes zu einem Planeten, der ſich um ſeine eigene Axe drehte und zugleich um den Centralkörper rotirte. In ganz gleicher Weiſe aber wurden von dem Aequator der Planetenmaſſe, ſobald die Centrifugalkraft wieder das Uebergewicht über die Centripetalkraft gewann, neue Nebelringe abgeſchleudert, welche in gleicher Weiſe um die Planeten, wie dieſe um die Sonne ſich bewegten. Auch dieſe Nebelringe verdichteten ſich wieder zu rotirenden Bällen. So entſtanden die Monde, von denen nur einer um die Erde, aber vier um den Jupiter, ſechs um den Uranus ſich bewegen. Der Ring des Saturnus ſtellt uns noch heute einen Mond auf jenem früheren Entwickelungsſtadium dar. Indem bei immer weiter ſchreitender Abkühlung ſich dieſe einfachen Vorgänge der Verdichtung und Abſchleuderung vielfach wiederholten, entſtanden die ver-

schiedenen Sonnensysteme, die Planeten, welche sich rotirend um ihre centrale Sonne, und die Trabanten oder Monde, welche sich drehend um ihren Planeten bewegten.

Der anfängliche gasförmige Zustand der rotirenden Weltkörper ging allmählich durch fortschreitende Abkühlung und Verdichtung in den feurigflüssigen oder geschmolzenen Aggregatzustand über. Durch den Verdichtungsvorgang selbst wurden große Mengen von Wärme frei, und so gestalteten sich die rotirenden Sonnen, Planeten und Monde bald zu glühenden Feuerbällen, gleich riesigen geschmolzenen Metalltropfen, welche Licht und Wärme ausstrahlten. Durch den damit verbundenen Wärmeverlust verdichtete sich wiederum die geschmolzene Masse an der Oberfläche der feuerflüssigen Bälle und so entstand eine dünne feste Rinde, welche einen feurigflüssigen Kern umschloß. In allen diesen Beziehungen wird sich unsere mütterliche Erde nicht wesentlich verschieden von den übrigen Weltkörpern verhalten haben.

Für den Zweck dieser Vorträge hat es weiter kein besonderes Interesse, die „natürliche Schöpfungsgeschichte des Weltalls" mit seinen verschiedenen Sonnensystemen und Planetensystemen im Einzelnen zu verfolgen und durch alle verschiedenen astronomischen und geologischen Beweismittel mathematisch zu begründen. Ich begnüge mich daher mit den eben angeführten Grundzügen derselben und verweise Sie bezüglich des Näheren auf Kant's „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels."[22]) Nur die Bemerkung will ich noch hinzufügen, daß diese bewunderungswürdige Theorie, welche man auch die kosmologische Gastheorie nennen könnte, mit allen uns bis jetzt bekannten allgemeinen Erscheinungsreihen im Einklang, und mit keiner einzigen derselben in unvereinbarem Widerspruch steht. Ferner ist dieselbe rein mechanisch oder monistisch, nimmt ausschließlich die ureigenen Kräfte der ewigen Materie für sich in Anspruch, und schließt jeden übernatürlichen Vorgang, jede zweckmäßige und bewußte Thätigkeit eines persönlichen Schöpfers vollständig aus. Kant's kosmologische Gastheorie nimmt daher in der Anorganologie, und insbesondere in der Geologie eine ähnliche herrschende

Stellung ein, und krönt in ähnlicher Weise unsere Gesammterkenntniß wie Lamarck's biologische Descendenztheorie in der ganzen Biologie, und namentlich in der Anthropologie. Beide stützen sich ausschließlich auf mechanische oder bewußtlose Ursachen (Causae efficientes), nirgends auf zweckthätige oder bewußte Ursachen (Causae finales). (Vergl. oben S. 89—92). Beide erfüllen somit alle Anforderungen einer wissenschaftlichen Theorie und werden daher in allgemeiner Geltung bleiben, bis sie durch eine bessere ersetzt werden.

Allerdings will ich andererseits nicht verhehlen, daß der großartigen Kosmogenie Kant's einige Schwächen anhaften, welche uns nicht gestatten, ihr dasselbe unbedingte Vertrauen zu schenken, wie Lamarck's Descendenztheorie. Große Schwierigkeiten verschiedener Art hat die Vorstellung des uranfänglichen gasförmigen Chaos, das den ganzen Weltraum erfüllte. Eine größere und ungelöste Schwierigkeit aber liegt darin, daß die kosmologische Gastheorie uns gar keinen Anhaltepunkt liefert für die Erklärung des ersten Anstoßes, der die Rotationsbewegung in dem gaserfüllten Weltraum verursachte. Beim Suchen nach einem solchen Anstoß werden wir unwillkürlich zu der falschen Frage nach dem „ersten Anfang" verführt. Einen ersten Anfang können wir aber für die ewigen Bewegungserscheinungen des Weltalls ebenso wenig denken, als ein schließliches Ende.

Das Weltall ist nach Raum und Zeit unbeschränkt und unermeßlich. Es ist ewig und es ist unendlich. Aber auch für die ununterbrochene und ewige Bewegung, in welcher sich alle Theilchen des Weltalls beständig befinden, können wir uns keinen Anfang und kein Ende denken. Die großen Gesetze von der Erhaltung der Kraft[38]) und von der Erhaltung des Stoffes, die Grundlagen unserer ganzen Naturanschauung, lassen keine andere Vorstellung zu. Die Welt, soweit sie dem Erkenntnißvermögen des Menschen zugänglich ist, erscheint als eine zusammenhängende Kette von materiellen Bewegungserscheinungen, die einen fortwährenden ursächlichen Wechsel der Formen bedingen. Jede Form, als das zeitweilige Resultat einer Summe von Bewegungserscheinungen, ist als solches

vergänglich und von beschränkter Dauer. Aber in dem beständigen Wechsel der Formen bleibt die Materie und die davon untrennbare Kraft ewig und unzerstörbar.

Wenn nun auch Kant's kosmologische Gastheorie nicht im Stande ist, die Entwickelungsbewegung des ganzen Weltalls in befriedigender Weise über jenen Zustand des gasförmigen Chaos hinaus aufzuklären, und wenn auch außerdem noch mancherlei gewichtige Bedenken, namentlich von chemischer und geologischer Seite her, sich gegen sie aufwerfen lassen, so müssen wir ihr doch anderseits das große Verdienst lassen, den ganzen Bau des unserer Beobachtung zugänglichen Weltgebäudes, die Anatomie der Sonnensysteme und speciell unseres Planetensystems, vortrefflich durch ihre Entwickelungsgeschichte zu erklären. Vielleicht war diese Entwickelung in der That eine ganz andere; vielleicht entstanden die Planeten und also auch unsere Erde, durch Aggregation aus zahllosen kleinen, im Weltraum zerstreuten Meteoriten, oder in anderer Weise. Aber bisher hat noch Niemand eine andere derartige Entwickelungstheorie zu begründen, und etwas Besseres an die Stelle von Kant's Kosmogenie zu setzen vermocht.

Nach diesem allgemeinen Blick auf die monistische Kosmogenie oder die natürliche Entwickelungsgeschichte des Weltalls lassen Sie uns zu einem winzigen Bruchtheil desselben zurückkehren, zu unserer mütterlichen Erde, welche wir im Zustande einer feurigflüssigen, an beiden Polen abgeplatteten Kugel verlassen haben, deren Oberfläche sich durch Abkühlung zu einer ganz dünnen festen Rinde verdichtet hatte. Die erste Erstarrungskruste wird die ganze Oberfläche des Erdsphäroids als eine zusammenhängende, glatte, dünne Schale gleichmäßig überzogen haben. Bald aber wurde dieselbe uneben und höckerig. Indem nämlich bei fortschreitender Abkühlung der feuerflüssige Kern sich mehr und mehr verdichtete und zusammenzog, und so der ganze Erddurchmesser sich verkleinerte, mußte die dünne, starre Rinde, welche der weicheren Kernmasse nicht nachfolgen konnte, über derselben vielfach zusammenbrechen. Es würde zwischen beiden ein leerer Raum entstanden sein, wenn nicht der äußere Atmosphärendruck die zerbrech-

liche Rinde nach innen hinein gedrückt hätte. Andere Unebenheiten entſtanden wahrſcheinlich dadurch, daß an verſchiedenen Stellen die abgekühlte Rinde durch den Erſtarrungsproceß ſelbſt ſich zuſammenzog und Sprünge oder Riſſe bekam. Der feurigflüſſige Kern quoll von Neuem durch dieſe Sprünge hervor und erſtarrte abermals. So entſtanden ſchon frühzeitig mancherlei Erhöhungen und Vertiefungen, welche die erſten Grundlagen der Berge und der Thäler wurden.

Nachdem die Temperatur des abgekühlten Erdballs bis auf einen gewiſſen Grad geſunken war, erfolgte ein ſehr wichtiger neuer Vorgang, nämlich die erſte Entſtehung des Waſſers. Das Waſſer war bisher nur in Dampfform in der den Erdball umgebenden Atmoſphäre vorhanden geweſen. Offenbar konnte das Waſſer ſich erſt zu tropfbarflüſſigem Zuſtande verdichten, nachdem die Temperatur der Atmoſphäre bedeutend geſunken war. Nun begann die weitere Umbildung der Erdrinde durch die Kraft des Waſſers. Indem daſſelbe beſtändig in Form von Regen niederfiel, hierbei die Erhöhungen der Erdrinde abſpülte, die Vertiefungen durch den abgeſpülten Schlamm ausfüllte, und dieſen ſchichtenweiſe ablagerte, bewirkte es die außerordentlich wichtigen neptuniſchen Umbildungen der Erdrinde, welche ſeitdem ununterbrochen fortdauerten, und auf welche wir im nächſten Vortrage noch einen näheren Blick werfen werden.

Erſt nachdem die Erdrinde ſo weit abgekühlt war, daß das Waſſer ſich zu tropfbarer Form verdichtet hatte, erſt als die bis dahin trockene Erdkruſte zum erſten Male von flüſſigem Waſſer bedeckt wurde, konnte die Entſtehung der erſten Organismen erfolgen. Denn alle Thiere und alle Pflanzen, alle Organismen überhaupt beſtehen zum großen Theile oder zum größten Theile aus tropfbarflüſſigem Waſſer, welches mit anderen Materien in eigenthümlicher Weiſe ſich verbindet, und dieſe in den feſtflüſſigen Aggregatzuſtand verſetzt. Wir können alſo aus dieſen allgemeinen Grundzügen der anorganiſchen Erdgeſchichte zunächſt die wichtige Thatſache folgern, daß zu irgend einer beſtimmten Zeit das Leben auf der Erde ſeinen Anfang hatte, daß die

irdischen Organismen nicht von jeher existirten, sondern in irgend einem bestimmten Zeitpunkte zum ersten Mal entstanden.

Wie haben wir uns nun diese Entstehung der ersten Organismen zu denken? Hier ist derjenige Punkt, an welchem die meisten Naturforscher noch heutzutage geneigt sind, den Versuch einer natürlichen Erklärung aufzugeben, und zu dem Wunder einer unbegreiflichen Schöpfung zu flüchten. Mit diesem Schritt treten sie, wie schon vorher bemerkt wurde, außerhalb des Gebiets der naturwissenschaftlichen Erkenntniß und verzichten auf jede wahre Einsicht in den nothwendigen Zusammenhang der Naturgeschichte. Ehe wir muthlos diesen letzten Schritt thun, ehe wir an der Möglichkeit jeder Erkenntniß dieses wichtigen Vorgangs verzweifeln, wollen wir wenigstens einen Versuch machen, denselben zu begreifen. Lassen Sie uns sehen, ob denn wirklich die Entstehung eines ersten Organismus aus anorganischem Stoffe, die Entstehung eines lebendigen Körpers aus lebloser Materie etwas ganz Undenkbares, außerhalb aller bekannten Erfahrung Stehendes sei. Lassen Sie uns mit einem Worte die Frage von der Urzeugung oder Archigonie untersuchen. Vor Allem ist hierbei erforderlich, sich die hauptsächlichsten Eigenschaften der beiden Hauptgruppen von Naturkörpern, der sogenannten leblosen oder anorganischen und der belebten oder organischen Körper klar zu machen, und das Gemeinsame einerseits, das Unterscheidende beider Gruppen andrerseits festzustellen. Auf diese Vergleichung der Organismen und Anorgane müssen wir hier um so mehr eingehen, als sie gewöhnlich sehr vernachlässigt wird, und als sie doch zu einem richtigen, einheitlichen oder monistischen Verständniß der Gesammtnatur ganz nothwendig ist. Am zweckmäßigsten wird es hierbei sein, die drei Grundeigenschaften jedes Naturkörpers, Stoff, Form und Kraft, gesondert zu betrachten. Beginnen wir zunächst mit dem Stoff. (Gen. Morph. I, 111.)

Durch die Chemie sind wir dahin gelangt, sämmtliche uns bekannte Körper zu zerlegen in eine geringe Anzahl von Elementen oder Grundstoffen, nicht weiter zerlegbaren Körpern, z. B. Kohlenstoff,

Sauerſtoff, Stickſtoff, Schwefel, ferner die verſchiedenen Metalle: Kalium, Natrium, Eiſen, Gold u. ſ. w. Man zählt jetzt gegen ſiebzig ſolcher Elemente oder Grundſtoffe. Die Mehrzahl derſelben iſt ziemlich unwichtig und ſelten; nur die Minderzahl iſt allgemeiner verbreitet und ſetzt nicht allein die meiſten Anorgane, ſondern auch ſämmtliche Organismen zuſammen. Vergleichen wir nun diejenigen Elemente, welche den Körper der Organismen aufbauen, mit denjenigen, welche in den Anorganen ſich finden, ſo haben wir zunächſt die höchſt wichtige Thatſache hervorzuheben, daß im Thier- und Pflanzenkörper kein Grundſtoff vorkommt, der nicht auch außerhalb deſſelben in der lebloſen Natur zu finden wäre. Es giebt keine beſonderen organiſchen Elemente oder Grundſtoffe.

Die chemiſchen und phyſikaliſchen Unterſchiede, welche zwiſchen den Organismen und den Anorganen exiſtiren, haben alſo ihren materiellen Grund nicht in einer verſchiedenen Natur der ſie zuſammenſetzenden *Grundſtoffe*, ſondern in der verſchiedenen Art und Weiſe, in welcher die letzteren zu chemiſchen *Verbindungen* zuſammengeſetzt ſind. Dieſe verſchiedene Verbindungsweiſe bedingt zunächſt gewiſſe phyſikaliſche Eigenthümlichkeiten, insbeſondere in der *Dichtigkeit der Materie*, welche auf den erſten Blick eine tiefe Kluft zwiſchen beiden Körpergruppen zu begründen ſcheinen. Die geformten anorganiſchen oder lebloſen Naturkörper, die Kryſtalle und die amorphen Geſteine, befinden ſich in einem Dichtigkeitszuſtande, den wir den feſten nennen, und den wir entgegenſetzen dem tropfbarflüſſigen Dichtigkeitszuſtande des Waſſers und dem gasförmigen Dichtigkeitszuſtande der Luft. Es iſt Ihnen bekannt, daß dieſe drei verſchiedenen Dichtigkeitsgrade oder Aggregatzuſtände der Anorgane durchaus nicht den verſchiedenen Elementen eigenthümlich, ſondern die Folgen eines beſtimmten Temperaturgrades ſind. Jeder anorganiſche feſte Körper kann durch Erhöhung der Temperatur zunächſt in den tropfbarflüſſigen oder geſchmolzenen, und durch weitere Erhitzung in den gasförmigen oder elaſtiſchflüſſigen Zuſtand verſetzt werden. Ebenſo kann jeder gasförmige Körper durch gehörige Erniedrigung der Temperatur

zunächst in den tropfbarflüssigen und weiterhin in den festen Dichtigkeitszustand übergeführt werden.

Im Gegensatze zu diesen drei Dichtigkeitszuständen der Anorgane befindet sich der lebendige Körper aller Organismen, Thiere sowohl als Pflanzen, in einem ganz eigenthümlichen, vierten Aggregatzustande. Dieser ist weder fest, wie Gestein, noch tropfbarflüssig, wie Wasser, vielmehr hält er zwischen diesen beiden Zuständen die Mitte, und kann daher als der festflüssige oder gequollene Aggregatzustand bezeichnet werden. In allen lebenden Körpern ohne Ausnahme ist eine gewisse Menge Wasser mit fester Materie in ganz eigenthümlicher Art und Weise verbunden, und eben durch diese charakteristische Verbindung des Wassers mit der organischen Materie entsteht jener weiche, weder feste noch flüssige, Aggregatzustand, welcher für die mechanische Erklärung der Lebenserscheinungen von der größten Bedeutung ist. Die Ursache desselben liegt wesentlich in den physikalischen und chemischen Eigenschaften eines einzigen unzerlegbaren Grundstoffs, des Kohlenstoffs. (Gen. Morph. I, 122—130.)

Von allen Elementen ist der Kohlenstoff für uns bei weitem das wichtigste und interessanteste, weil bei allen uns bekannten Thier- und Pflanzenkörpern dieser Grundstoff die größte Rolle spielt. Er ist dasjenige Element, welches durch seine eigenthümliche Neigung zur Bildung verwickelter Verbindungen mit den anderen Elementen die größte Mannichfaltigkeit in der chemischen Zusammensetzung, und daher auch in den Formen und Lebenseigenschaften der Thier- und Pflanzenkörper hervorruft. Der Kohlenstoff zeichnet sich ganz besonders dadurch aus, daß er sich mit den andern Elementen in unendlich mannichfaltigen Zahlen- und Gewichtsverhältnissen verbinden kann. Es entstehen zunächst durch Verbindung des Kohlenstoffs mit drei andern Elementen, dem Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff (zu denen sich meist auch noch Schwefel und häufig Phosphor gesellt), jene äußerst wichtigen Verbindungen, welche wir als das erste und unentbehrlichste Substrat aller Lebenserscheinungen kennen gelernt haben, die eiweißartigen Verbindungen oder Albuminkörper (Proteïnstoffe).

Digitized by Google

Schon früher (S. 164) haben wir in den Moneren Organismen der allereinfachsten Art kennen gelernt, deren ganzer Körper in vollkommen ausgebildetem Zustande aus weiter Nichts besteht, als aus einem festflüssigen eiweißartigen Klümpchen, Organismen, welche für die Lehre von der ersten Entstehung des Lebens von der allergrößten Bedeutung sind. Aber auch die meisten übrigen Organismen sind zu einer gewissen Zeit ihrer Existenz, wenigstens in der ersten Zeit ihres Lebens, als Eizellen oder Keimzellen, im Wesentlichen weiter Nichts als einfache Klümpchen eines solchen eiweißartigen Bildungsstoffes, des Plasma oder Protoplasma. Sie sind dann von den Moneren nur dadurch verschieden, daß im Innern des eiweißartigen Körperchens sich der Zellenkern (Nucleus) von dem umgebenden Zellstoff (Protoplasma) gesondert hat. Wie wir schon früher zeigten, sind Zellen von ganz einfacher Beschaffenheit die Staatsbürger, welche durch ihr Zusammenwirken und ihre Sonderung den Körper auch der vollkommensten Organismen, einen republikanischen Zellenstaat, aufbauen (S. 269). Die entwickelten Formen und Lebenserscheinungen des letzteren werden lediglich durch die Thätigkeit jener eiweißartigen Körperchen zu Stande gebracht.

Es darf als einer der größten Triumphe der neueren Biologie, insbesondere der Gewebelehre angesehen werden, daß wir jetzt im Stande sind, das Wunder der Lebenserscheinungen auf diese Stoffe zurückzuführen, daß wir die unendlich mannichfaltigen und verwickelten physikalischen und chemischen Eigenschaften der Eiweißkörper als die eigentliche Ursache der organischen oder Lebenserscheinungen nachgewiesen haben. Alle verschiedenen Formen der Organismen sind zunächst und unmittelbar das Resultat der Zusammensetzung aus verschiedenen Formen von Zellen. Die unendlich mannichfaltigen Verschiedenheiten in der Form, Größe und Zusammensetzung der Zellen sind aber erst allmählich durch die Arbeitstheilung und Vervollkommnung der einfachen gleichartigen Plasmaklümpchen entstanden, welche ursprünglich allein den Zellenleib bildeten. Daraus folgt mit Nothwendigkeit, daß auch

die Grunderscheinungen des organischen Lebens, Ernährung und Fortpflanzung, ebenso in ihren höchst zusammengesetzten wie in ihren einfachsten Aeußerungen, auf die materielle Beschaffenheit jenes eiweißartigen Bildungsstoffes, des Plasma, zurückzuführen sind. Aus jenen beiden haben sich die übrigen Lebensthätigkeiten erst allmählich hervorgebildet. So hat denn gegenwärtig die allgemeine Erklärung des Lebens für uns nicht mehr Schwierigkeit als die Erklärung der physikalischen Eigenschaften der anorganischen Körper. Alle Lebenserscheinungen und Gestaltungsprocesse der Organismen sind ebenso unmittelbar durch die chemische Zusammensetzung und die physikalischen Kräfte der organischen Materie bedingt, wie die Lebenserscheinungen der anorganischen Krystalle, d. h. die Vorgänge ihres Wachsthums und ihrer specifischen Formbildung, die unmittelbaren Folgen ihrer chemischen Zusammensetzung und ihres physikalischen Zustandes sind. Die letzten Ursachen bleiben uns freilich in beiden Fällen gleich verborgen. Wenn Gold und Kupfer im tesseralen, Wismuth und Antimon im hexagonalen, Jod und Schwefel im rhombischen Krystallsystem krystallisiren, so ist uns dies im Grunde nicht mehr und nicht weniger räthselhaft, als jeder elementare Vorgang der organischen Formbildung, jede Selbstgestaltung der organischen Zelle. Auch in dieser Beziehung können wir gegenwärtig den fundamentalen Unterschied zwischen Organismen und anorganischen Körpern nicht mehr festhalten, von welchem man früher allgemein überzeugt war.

Betrachten wir zweitens die Uebereinstimmungen und Unterschiede, welche die Formbildung der organischen und anorganischen Naturkörper uns darbietet (Gen. Morph. I, 130). Als Hauptunterschied in dieser Beziehung sah man früher die einfache Structur der letzteren, den zusammengesetzten Bau der ersteren an. Der Körper aller Organismen sollte aus ungleichartigen oder heterogenen Theilen zusammengesetzt sein, aus Werkzeugen oder Organen, welche zum Zweck des Lebens zusammenwirken. Dagegen sollten auch die vollkommensten Anorgane, die Krystalle, durch und durch aus gleichartiger oder homogener Materie bestehen. Dieser Unterschied erscheint sehr we-

sentlich. Allein er verliert alle Bedeutung dadurch, daß wir in den letzten Jahren die höchst merkwürdigen und wichtigen Moneren kennen gelernt haben[15]). (Vergl. oben S. 164—167). Der ganze Körper dieser einfachsten von allen Organismen, ein festflüssiges, formloses und structurloses Eiweißklümpchen, besteht in der That nur aus einer einzigen chemischen Verbindung, und ist ebenso vollkommen einfach in seiner Structur, wie jeder Krystall, der aus einer einzigen anorganischen Verbindung, z. B. einem Metallsalze, oder einer sehr zusammengesetzten Kieselerde-Verbindung besteht.

Ebenso wie in der inneren Structur oder Zusammensetzung, hat man auch in der äußeren Form durchgreifende Unterschiede zwischen den Organismen und Anorganen finden wollen, insbesondere in der mathematisch bestimmbaren Krystallform der letzteren. Allerdings ist die Krystallisation vorzugsweise eine Eigenschaft der sogenannten Anorgane. Die Krystalle werden begrenzt von ebenen Flächen, welche in geraden Linien und unter bestimmten meßbaren Winkeln zusammenstoßen. Die Thier- und Pflanzengestalt dagegen scheint auf den ersten Blick keine derartige geometrische Bestimmung zuzulassen. Sie ist meistens von gebogenen Flächen und krummen Linien begrenzt, welche unter veränderlichen Winkeln zusammenstoßen. Allein wir haben in neuerer Zeit in den Radiolarien[23]) und in vielen anderen Protisten eine große Anzahl von niederen Organismen kennen gelernt, bei denen der Körper in gleicher Weise, wie bei den Krystallen, auf eine mathematisch bestimmbare Grundform sich zurückführen läßt, bei denen die Gestalt im Ganzen wie im Einzelnen durch geometrisch bestimmbare Flächen, Kanten und Winkel begrenzt wird. In meiner allgemeinen Grundformenlehre oder Promorphologie habe ich hierfür die ausführlichen Beweise geliefert, und zugleich ein allgemeines Formensystem aufgestellt, dessen ideale stereometrische Grundformen ebenso gut die realen Formen der anorganischen Krystalle wie der organischen Individuen erklären (Gen. Morph I, 375—574). Außerdem giebt es übrigens auch vollkommen amorphe Organismen, wie die Moneren, Amöben u. s. w., welche jeden Augen-

blick ihre Gestalt wechseln, und bei denen man ebenso wenig eine bestimmte Grundform nachweisen kann, als es bei den formlosen oder amorphen Anorganen, bei den nicht krystallisirten Gesteinen, Niederschlägen u. s. w. der Fall ist. Wir sind also nicht im Stande, irgend einen principiellen Unterschied in der äußeren Form oder in der inneren Structur der Anorgane und Organismen aufzufinden.

Wenden wir uns drittens an die Kräfte oder an die Bewegungserscheinungen dieser beiden verschiedenen Körpergruppen (Gen. Morph. I, 140). Hier stoßen wir auf die größten Schwierigkeiten. Die Lebenserscheinungen, wie sie die meisten Menschen nur von hoch ausgebildeten Organismen, von vollkommneren Thieren und Pflanzen kennen, erscheinen so räthselhaft, so wunderbar, so eigenthümlich, daß die Meisten der bestimmten Ansicht sind, in der anorganischen Natur komme gar nichts Aehnliches oder nur entfernt damit Vergleichbares vor. Man neunt ja eben deshalb die Organismen belebte und die Anorgane leblose Naturkörper. Daher erhielt sich bis in unser Jahrhundert hinein, selbst in der Wissenschaft, die sich mit der Erforschung der Lebenserscheinungen beschäftigt, in der Physiologie, die irrthümliche Ansicht, daß die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Materie nicht zur Erklärung der Lebenserscheinungen ausreichten. Heutzutage, namentlich seit dem letzten Jahrzehnt, darf diese Ansicht als völlig überwunden angesehen werden. In der Physiologie wenigstens hat sie nirgends mehr eine Stätte. Es fällt heutzutage keinem Physiologen mehr ein, irgend welche Lebenserscheinungen als das Resultat einer wunderbaren Lebenskraft aufzufassen, einer besonderen zweckmäßig thätigen Kraft, welche außerhalb der Materie steht, und welche die physikalisch-chemischen Kräfte gewissermaßen nur in ihren Dienst nimmt. Die heutige Physiologie ist zu der streng monistischen Ueberzeugung gelangt, daß sämmtliche Lebenserscheinungen, und vor allen die beiden Grunderscheinungen der Ernährung und Fortpflanzung, rein physikalisch-chemische Vorgänge, und ebenso unmittelbar von der materiellen Beschaffenheit des Organismus abhängig sind, wie alle physikalischen und chemischen Eigenschaften oder

Kräfte eines jeden Krystalles lediglich durch seine materielle Zusammensetzung bedingt werden. Da nun derjenige Grundstoff, welcher die eigenthümliche materielle Zusammensetzung der Organismen bedingt, der Kohlenstoff ist, so müssen wir alle Lebenserscheinungen, und vor allen die beiden Grunderscheinungen der Ernährung und Fortpflanzung, in letzter Linie auf die Eigenschaften des Kohlenstoffs zurückführen. Allein die eigenthümlichen, chemisch-physikalischen Eigenschaften des Kohlenstoffs, und namentlich der festflüssige Aggregatzustand und die leichte Zersetzbarkeit der höchst zusammengesetzten eiweißartigen Kohlenstoffverbindungen, sind die mechanischen Ursachen jener eigenthümlichen Bewegungserscheinungen, durch welche sich die Organismen von den Anorganen unterscheiden, und die man im engeren Sinne das „Leben" zu nennen pflegt.

Um diese „Kohlenstofftheorie", welche ich im zweiten Buche meiner generellen Morphologie ausführlich begründet habe, richtig zu würdigen, ist es vor Allem nöthig, diejenigen Bewegungserscheinungen scharf in's Auge zu fassen, welche beiden Gruppen von Naturkörpern gemeinsam sind. Unter diesen steht obenan das Wachsthum. Wenn Sie irgend eine anorganische Salzlösung langsam verdampfen lassen, so bilden sich darin Salzkrystalle, welche bei weiter gehender Verdunstung des Wassers langsam an Größe zunehmen. Dieses Wachsthum erfolgt dadurch, daß immer neue Theilchen aus dem flüssigen Aggregatzustande in den festen übergehen und sich an den bereits gebildeten festen Krystallkern nach bestimmten Gesetzen anlagern. Durch solche Anlagerung oder Apposition der Theilchen entstehen die mathematisch bestimmten Krystallformen. Ebenso durch Aufnahme neuer Theilchen geschieht auch das Wachsthum der Organismen. Der Unterschied ist nur der, daß beim Wachsthum der Organismen in Folge ihres festflüssigen Aggregatzustandes die neu aufgenommenen Theilchen in's Innere des Organismus vorrücken (Intussusception), während die Anorgane nur durch Apposition, durch

Ansatz neuer, gleichartiger Materie von außen her zunehmen. Indeß ist dieser wichtige Unterschied des Wachsthums durch Intussusception und durch Apposition augenscheinlich nur die nothwendige und unmittelbare Folge des verschiedenen Dichtigkeitszustandes oder Aggregatzustandes der Organismen und der Anorgane.

Ich kann hier an dieser Stelle leider nicht näher die mancherlei höchst interessanten Parallelen und Analogien verfolgen, welche sich zwischen der Bildung der vollkommensten Anorgane, der Krystalle, und der Bildung der einfachsten Organismen, der Moneren und der nächst verwandten Formen, vorfinden. Ich muß Sie in dieser Beziehung auf die eingehende Vergleichung der Organismen und der Anorgane verweisen, welche ich im fünften Capitel meiner generellen Morphologie durchgeführt habe (Gen. Morph. I, 111—166). Dort habe ich ausführlich bewiesen, daß durchgreifende Unterschiede zwischen den organischen und anorganischen Naturkörpern weder in Bezug auf Form und Structur, noch in Bezug auf Stoff und Kraft existiren, daß die wirklich vorhandenen Unterschiede von der eigenthümlichen Natur des Kohlenstoffs abhängen, und daß keine unübersteigliche Kluft zwischen organischer und anorganischer Natur existirt. Besonders einleuchtend erkennen Sie diese höchst wichtige Thatsache, wenn Sie die Entstehung der Formen bei den Krystallen und bei den einfachsten organischen Individuen vergleichend untersuchen. Auch bei der Bildung der Krystallindividuen treten zweierlei verschiedene, einander entgegenwirkende Bildungstriebe in Wirksamkeit. Die innere Gestaltungskraft oder der innere Bildungstrieb, welcher der Erblichkeit der Organismen entspricht, ist bei dem Krystalle der unmittelbare Ausfluß seiner materiellen Constitution oder seiner chemischen Zusammensetzung. Die Form des Krystalles, soweit sie durch diesen inneren, ureigenen Bildungstrieb bestimmt wird, ist das Resultat der specifisch bestimmten Art und Weise, in welcher sich die kleinsten Theilchen der krystallisirenden Materie nach verschiedenen Richtungen hin gesetzmäßig an einander lagern. Dieser selbstständigen inneren Bildungskraft,

Digitized by Google

welche der Materie ſelbſt unmittelbar anhaftet, wirkt eine zweite formbildende Kraft geradezu entgegen. Dieſe äußere Geſtaltungskraft oder den äußeren Bildungstrieb können wir bei den Kryſtallen ebenſo gut wie bei den Organismen als Anpaſſung bezeichnen. Jedes Kryſtallindividuum muß ſich während ſeiner Entſtehung ganz ebenſo wie jedes organiſche Individuum den umgebenden Einflüſſen und Exiſtenzbedingungen der Außenwelt unterwerfen und anpaſſen. In der That iſt die Form und Größe eines jeden Kryſtalles abhängig von ſeiner geſammten Umgebung, z. B. von dem Gefäß, in welchem die Kryſtalliſation ſtattfindet, von der Temperatur und von dem Luftdruck, unter welchem der Kryſtall ſich bildet, von der Anweſenheit oder Abweſenheit ungleichartiger Körper u. ſ. w. Die Form jedes einzelnen Kryſtalles iſt daher ebenſo wie die Form jedes einzelnen Organismus das Reſultat der Gegenwirkung zweier einander gegenüber ſtehender Factoren, des inneren Bildungstriebes, der durch die chemiſche Conſtitution der eigenen Materie gegeben iſt, und des äußeren Bildungstriebes, welcher durch die Einwirkung der umgebenden Materie bedingt iſt. Beide in Wechſelwirkung ſtehende Geſtaltungskräfte ſind im Organismus ebenſo wie im Kryſtall rein mechaniſcher Natur, unmittelbar an dem Stoffe des Körpers haftend. Wenn man das Wachsthum und die Geſtaltung der Organismen als einen Lebensproceß bezeichnet, ſo kann man daſſelbe eben ſo gut von dem ſich bildenden Kryſtall behaupten. Die teleologiſche Naturbetrachtung, welche in den organiſchen Formen zweckmäßig eingerichtete Schöpfungsmaſchinen erblickt, muß folgerichtiger Weiſe dieſelben auch in den Kryſtallformen anerkennen. Die Unterſchiede, welche ſich zwiſchen den einfachſten organiſchen Individuen und den anorganiſchen Kryſtallen vorfinden, ſind durch den feſten Aggregatzuſtand der letzteren, durch den feſtflüſſigen Zuſtand der erſteren bedingt. Im Uebrigen ſind die bewirkenden Urſachen der Form in beiden vollſtändig dieſelben. Ganz beſonders klar drängt ſich Ihnen dieſe Ueberzeugung auf, wenn Sie die höchſt merkwürdigen Erſcheinungen von dem Wachsthum, der Anpaſſung und der

„Wechſelbeziehung oder Correlation der Theile" bei den entſtehenden Kryſtallen mit den entſprechenden Erſcheinungen bei der Entſtehung der einfachſten organiſchen Individuen (Moneren und Zellen) vergleichen. Die Analogie zwiſchen Beiden iſt ſo groß, daß wirklich keine ſcharfe Grenze zu ziehen iſt. In meiner generellen Morphologie habe ich hierfür eine Anzahl von ſchlagenden Thatſachen angeführt (Gen. Morph. I, 146, 156, 158).

Wenn Sie dieſe „Einheit der organiſchen und anorganiſchen Natur", dieſe weſentliche Uebereinſtimmung der Organismen und Anorgane in Stoff, Form und Kraft ſich lebhaft vor Augen halten, wenn Sie ſich erinnern, daß wir nicht im Stande ſind, irgend welche fundamentalen Unterſchiede zwiſchen dieſen beiderlei Körpergruppen feſtzuſtellen (wie ſie früherhin allgemein angenommen wurden), ſo verliert die Frage von der Urzeugung ſehr viel von der Schwierigkeit, welche ſie auf den erſten Blick zu haben ſcheint. Es wird uns dann die Entwickelung des erſten Organismus aus anorganiſcher Materie als ein viel leichter denkbarer und verſtändlicher Proceß erſcheinen, als es bisher der Fall war, wo man jene künſtliche abſolute Scheidewand zwiſchen organiſcher oder belebter und anorganiſcher oder lebloſer Natur aufrecht erhielt.

Bei der Frage von der Urzeugung oder Archigonie, die wir jetzt beſtimmter beantworten können, erinnern Sie ſich zunächſt daran, daß wir unter dieſem Begriff ganz allgemein die elternloſe Zeugung eines organiſchen Individuums, die Entſtehung eines Organismus unabhängig von einem elterlichen oder zeugenden Organismus verſtehen. In dieſem Sinne haben wir früher die Urzeugung (Archigonia) der Elternzeugung oder Fortpflanzung (Tocogonia) entgegengeſetzt (S. 164). Bei der letzteren entſteht das organiſche Individuum dadurch, daß ein größerer oder geringerer Theil von einem bereits beſtehenden Organismus ſich ablöſt und ſelbſtſtändig weiter wächſt (Gen. Morph. II, 32).

Von der Urzeugung, welche man auch oft als freiwillige oder urſprüngliche Zeugung bezeichnet (Generatio spontanea, aequivoca,

primaria etc.), müſſen wir zunächſt zwei weſentlich verſchiedene Arten unterſcheiden, nämlich die Autogonie und die Plasmogonie. Unter Autogonie verſtehen wir die Entſtehung eines einfachſten organiſchen Individuums in einer anorganiſchen Bildungsflüſſigkeit, d. h. in einer Flüſſigkeit, welche die zur Zuſammenſetzung des Organismus erforderlichen Grundſtoffe in einfachen und nicht lockeren Verbindungen gelöſt enthält (z. B. Kohlenſäure, Ammoniak, binäre Salze u. ſ. w.). Plasmogonie dagegen nennen wir die Urzeugung dann, wenn der Organismus in einer organiſchen Bildungsflüſſigkeit entſteht, d. h. in einer Flüſſigkeit, welche jene erforderlichen Grundſtoffe in Form von verwickelten und lockeren Kohlenſtoffverbindungen gelöſt enthält (z. B. Eiweiß, Fett, Kohlenhydraten ꝛc.) (Gen. Morph. I, 174; II, 33).

Der Vorgang der Autogonie ſowohl als der Plasmogonie iſt bis jetzt noch nicht direct mit voller Sicherheit beobachtet. In älterer und neuerer Zeit hat man über die Möglichkeit oder Wirklichkeit der Urzeugung ſehr zahlreiche und zum Theil auch intereſſante Verſuche angeſtellt. Allein dieſe Experimente beziehen ſich faſt ſämmtlich nicht auf die Autogonie, ſondern auf die Plasmogonie, auf die Entſtehung eines Organismus aus bereits gebildeter organiſcher Materie. Offenbar hat aber für unſere Schöpfungsgeſchichte dieſer letztere Vorgang nur ein untergeordnetes Intereſſe. Es kommt für uns vielmehr darauf an, die Frage zu löſen: „Giebt es eine Autogonie?“ Iſt es möglich, daß ein Organismus nicht aus vorgebildeter organiſcher, ſondern aus rein anorganiſcher Materie entſteht?“ Daher können wir hier auch ruhig alle jene zahlreichen Experimente, welche ſich nur auf die Plasmogonie beziehen, welche in dem letzten Jahrzehnt mit beſonderem Eifer betrieben worden ſind, und welche meiſt ein negatives Reſultat hatten, bei Seite laſſen. Denn angenommen auch, es würde dadurch die Wirklichkeit der Plasmogonie ſtreng bewieſen, ſo wäre damit noch nicht die Autogonie erklärt.

Die Verſuche über Autogonie haben bis jetzt ebenfalls kein ſicheres poſitives Reſultat geliefert. Jedoch müſſen wir uns von vorn

herein auf das bestimmteste dagegen verwahren, daß durch diese Experimente die Unmöglichkeit der Urzeugung überhaupt nachgewiesen sei. Die allermeisten Naturforscher, welche bestrebt waren, diese Frage experimentell zu entscheiden, und welche bei Anwendung aller möglichen Vorsichtsmaßregeln unter ganz bestimmten Verhältnissen keine Organismen entstehen sahen, stellten auf Grund dieser negativen Resultate sofort die Behauptung auf: „Es ist überhaupt unmöglich, daß Organismen von selbst, ohne elterliche Zeugung, entstehen." Diese leichtfertige und unüberlegte Behauptung stützten sie einfach und allein auf das negative Resultat ihrer Experimente, welche doch weiter Nichts beweisen konnten, als daß unter diesen oder jenen, höchst künstlichen Verhältnissen, wie sie durch die Experimentatoren geschaffen wurden, kein Organismus sich bildete. Man kann auf keinen Fall aus jenen Versuchen, welche meistens unter den unnatürlichsten Bedingungen, in höchst künstlicher Weise angestellt wurden, den Schluß ziehen, daß die Urzeugung überhaupt unmöglich sei. Die Unmöglichkeit eines solchen Vorganges kann überhaupt niemals bewiesen werden. Denn wie können wir wissen, daß in jener ältesten unvordenklichen Urzeit nicht ganz andere Bedingungen, als gegenwärtig, existirten, welche eine Urzeugung ermöglichten? Ja, wir können sogar mit voller Sicherheit positiv behaupten, daß die allgemeinen Lebensbedingungen der Primordialzeit gänzlich von denen der Gegenwart verschieden gewesen sein müssen. Denken Sie allein an die Thatsache, daß die ungeheuren Massen von Kohlenstoff, welche wir gegenwärtig in den primären Steinkohlengebirgen abgelagert finden, erst durch die Thätigkeit des Pflanzenlebens in feste Form gebracht, und die mächtig zusammengepreßten und verdichteten Ueberreste von zahllosen Pflanzenleichen sind, die sich im Laufe vieler Millionen Jahre anhäuften. Allein zu der Zeit, als auf der abgekühlten Erdrinde nach der Entstehung des tropfbarflüssigen Wassers zum ersten Male Organismen durch Urzeugung sich bildeten, waren jene unermeßlichen Kohlenstoffquantitäten in ganz anderer Form vorhanden, wahrscheinlich größtentheils in Form von Kohlensäure in der Atmosphäre vertheilt. Die

ganze Zusammensetzung der Atmosphäre war also außerordentlich von der jetzigen verschieden. Ferner waren, wie sich aus chemischen, physikalischen und geologischen Gründen schließen läßt, der Dichtigkeitszustand und die elektrischen Verhältnisse der Atmosphäre nothwendiger Weise ganz andere. Ebenso war auch jedenfalls die chemische und physikalische Beschaffenheit des Urmeeres, welches damals als eine ununterbrochene Wasserhülle die ganze Erdoberfläche im Zusammenhang bedeckte, ganz eigenthümlich. Temperatur, Dichtigkeit, Salzgehalt u. s. w. müssen sehr von denen der jetzigen Meere verschieden gewesen sein. Es bleibt also auf jeden Fall für uns, wenn wir auch sonst Nichts weiter davon wissen, die Annahme wenigstens nicht bestreitbar, daß zu jener Zeit unter ganz anderen Bedingungen eine Urzeugung möglich gewesen sei, die heutzutage vielleicht nicht mehr möglich ist.

Nun kommt aber dazu, daß durch die neueren Fortschritte der Chemie und Physiologie das Räthselhafte und Wunderbare, das zunächst der viel bestrittene und doch nothwendige Vorgang der Urzeugung an sich zu haben scheint, größtentheils oder eigentlich ganz zerstört worden ist. Es ist noch nicht fünfzig Jahre her, daß sämmtliche Chemiker behaupteten, wir seien nicht im Stande, irgend eine zusammengesetzte Kohlenstoffverbindung oder eine sogenannte „organische Verbindung" künstlich in unseren Laboratorien herzustellen. Nur die mystische „Lebenskraft" sollte diese Verbindungen zu Stande bringen können. Als daher 1828 Wöhler in Göttingen zum ersten Male dieses Dogma thatsächlich widerlegte, und auf künstlichem Wege aus rein anorganischen Körpern (Cyan- und Ammoniakverbindungen) den rein „organischen" Harnstoff darstellte, war man im höchsten Grade erstaunt und überrascht. In der neueren Zeit ist es nun durch die Fortschritte der synthetischen Chemie gelungen, derartige „organische" Kohlenstoffverbindungen rein künstlich in großer Mannichfaltigkeit in unseren Laboratorien aus anorganischen Substanzen herzustellen, z. B. Alkohol, Essigsäure, Ameisensäure u. s. w. Selbst viele höchst verwickelte Kohlenstoffverbindungen werden jetzt künstlich zusammengesetzt, so daß alle

Aussicht vorhanden ist, auch die am meisten zusammengesetzten und zugleich die wichtigsten von allen, die Eiweißverbindungen oder Plasmakörper, früher oder später künstlich in unseren chemischen Werkstätten zu erzeugen. Dadurch ist aber die tiefe Kluft zwischen organischen und anorganischen Körpern, die man früher allgemein festhielt, größtentheils oder eigentlich ganz beseitigt, und für die Vorstellung der Urzeugung der Weg gebahnt.

Von noch größerer, ja von der allergrößten Wichtigkeit für die Hypothese der Urzeugung sind endlich die höchst merkwürdigen Moneren, jene schon vorher mehrfach erwähnten Lebewesen, welche nicht nur die einfachsten beobachteten, sondern auch überhaupt die denkbar einfachsten von allen Organismen sind [15]). Schon früher, als wir die einfachsten Erscheinungen der Fortpflanzung und Vererbung untersuchten, habe ich Ihnen diese wunderbaren „Organismen ohne Organe" beschrieben. Wir kennen jetzt schon sieben verschiedene Gattungen solcher Moneren, von denen einige im süßen Wasser, andere im Meere leben (vergl. oben S. 164—167). In vollkommen ausgebildetem und frei beweglichem Zustande stellen sie sämmtlich weiter Nichts dar, als ein structurloses Klümpchen einer eiweißartigen Kohlenstoffverbindung. Nur durch die Art der Fortpflanzung und Entwickelung, sowie der Nahrungsaufnahme sind die einzelnen Gattungen und Arten ein wenig verschieden. Durch die Entdeckung dieser Organismen, die von der allergrößten Bedeutung ist, verliert die Annahme einer Urzeugung den größten Theil ihrer Schwierigkeiten. Denn da denselben noch jede Organisation, jeder Unterschied ungleichartiger Theile fehlt, da alle Lebenserscheinungen von einer und derselben gleichartigen und formlosen Materie vollzogen werden, so können wir uns ihre Entstehung durch Urzeugung sehr wohl denken. Geschieht dieselbe durch Plasmagonie, ist bereits lebensfähiges Plasma vorhanden, so braucht dasselbe bloß sich zu individualisiren, in gleicher Weise, wie bei der Krystallbildung sich die Mutterlauge der Krystalle individualisirt. Geschieht dagegen die Urzeugung der Moneren durch wahre Autogonie, so ist dazu noch erforderlich, daß vorher jenes

Digitized by Google

lebensfähige Plasma, jener Urschleim, aus einfacheren Kohlenstoffverbindungen sich bildet. Da wir jetzt im Stande sind, in unseren chemischen Laboratorien ähnliche zusammengesetzte Kohlenstoffverbindungen künstlich herzustellen, so liegt durchaus kein Grund für die Annahme vor, daß nicht auch in der freien Natur sich Verhältnisse finden, unter denen ähnliche Verbindungen entstehen können. Sobald man früherhin die Vorstellung der Urzeugung zu fassen suchte, scheiterte man sofort an der organischen Zusammensetzung auch der einfachsten Organismen, welche man damals kannte. Erst seitdem wir mit den höchst wichtigen Moneren bekannt geworden sind, erst seitdem wir in ihnen Organismen kennen gelernt haben, welche gar nicht aus Organen zusammengesetzt sind, welche bloß aus einer einzigen chemischen Verbindung bestehen, und dennoch wachsen, sich ernähren und fortpflanzen, ist jene Hauptschwierigkeit gelöst, und die Hypothese der Urzeugung hat dadurch denjenigen Grad von Wahrscheinlichkeit gewonnen, welcher sie berechtigt, die Lücke zwischen Kant's Kosmogenie und Lamarck's Descendenztheorie auszufüllen. Es giebt sogar schon unter den bis jetzt bekannten Moneren eine Art, die vielleicht noch heutzutage beständig durch Urzeugung entsteht. Das ist der wunderbare, von Huxley entdeckte und beschriebene Bathybius Haeckelii. Wie ich schon früher erwähnte (S. 165), findet sich dieses Moner in den größten Tiefen des Meeres, zwischen 12,000 und 24,000 Fuß, wo es den Boden theils in Form von netzförmigen Plasmasträngen und Geflechten, theils in Form von unregelmäßigen größeren und kleineren Plasmaklumpen überzieht.

Nur solche homogene, noch gar nicht differenzirte Organismen, welche in ihrer gleichartigen Zusammensetzung aus einerlei Theilchen den organischen Krystallen gleichstehen, konnten durch Urzeugung entstehen, und konnten die Ureltern aller übrigen Organismen werden. Bei der weiteren Entwickelung derselben haben wir als den wichtigsten Vorgang zunächst die Bildung eines Kernes (Nucleus) in dem structurlosen Eiweißklümpchen anzusehen. Diese können wir uns rein physikalisch durch Verdichtung der innersten, centralen Eiweißtheilchen

vorstellen. Die dichtere centrale Masse, welche anfangs allmählich in das peripherische Plasma überging, sonderte sich später ganz von diesem ab und bildete so ein selbstständiges rundes Eiweißkörperchen, den Kern. Durch diesen Vorgang ist aber bereits aus dem Moner eine Zelle geworden. Daß nun die weitere Entwickelung aller übrigen Organismen aus einer solchen Zelle keine Schwierigkeit hat, muß Ihnen aus den bisherigen Vorträgen klar geworden sein. Denn jedes Thier und jede Pflanze ist im Beginn ihres individuellen Lebens eine einfache Zelle. Der Mensch so gut, wie jedes andere Thier, ist anfangs weiter Nichts, als eine einfache Eizelle, ein einziges Schleimklümpchen, worin sich ein Kern befindet (S. 170, Fig. 3).

Ebenso wie der Kern der organischen Zellen durch Sonderung in der inneren oder centralen Masse der ursprünglichen gleichartigen Plasmaklümpchen entstand, so bildete sich die erste Zellhaut oder Membran an deren Oberfläche. Auch diesen einfachen, aber höchst wichtigen Vorgang können wir, wie oben schon bemerkt, einfach physikalisch erklären, entweder durch einen chemischen Niederschlag oder eine physikalische Verdichtung in der oberflächlichsten Rindenschicht, oder durch eine Ausscheidung. Eine der ersten Anpassungsthätigkeiten, welche die durch Urzeugung entstandenen Moneren ausübten, wird die Verdichtung einer äußeren Rindenschicht gewesen sein, welche als schützende Hülle das weichere Innere gegen die angreifenden Einflüsse der Außenwelt abschloß. War aber erst durch Verdichtung der homogenen Moneren im Inneren ein Zellkern, an der Oberfläche eine Zellhaut entstanden, so waren damit alle die fundamentalen Formen der Bausteine gegeben, aus denen durch unendlich mannichfaltige Zusammensetzung sich erfahrungsgemäß der Körper sämmtlicher höheren Organismen aufbaut.

Wie schon früher erwähnt wurde, beruht unser ganzes Verständniß des Organismus wesentlich auf der von Schleiden und Schwann vor dreißig Jahren aufgestellten Zellentheorie. Danach ist jeder Organismus entweder eine einfache Zelle oder eine Gemeinde, ein Staat von eng verbundenen Zellen. Die gesammten Formen und

Lebenserscheinungen eines jeden Organismus sind das Gesammtresultat der Formen und Lebenserscheinungen aller einzelnen ihn zusammensetzenden Zellen. Durch die neueren Fortschritte der Zellenlehre ist es nöthig geworden, die Elementarorganismen, oder die organischen „Individuen erster Ordnung", welche man gewöhnlich als „Zellen" bezeichnet, mit dem allgemeineren und passenderen Namen der Bildnerinnen oder Plastiden zu belegen. Wir unterscheiden unter diesen Bildnerinnen zwei Hauptgruppen, nämlich Cytoden und echte Zellen. Die Cytoden sind kernlose Plasmastücke, gleich den Moneren (S. 167, Fig. 1). Die Zellen dagegen sind Plasmastücke, welche einen Kern oder Nucleus enthalten (S. 169, Fig. 2). Jede dieser beiden Hauptformen von Plastiden zerfällt wieder in zwei untergeordnete Formgruppen, je nachdem sie eine äußere Umhüllung (Haut, Schale oder Membran) besitzen oder nicht. Wir können demnach allgemein folgende Stufenleiter von vier verschiedenen Plastidenarten unterscheiden, nämlich: 1. Urcytoden (S. 167, Fig. 1 A); 2. Hüllcytoden; 3. Urzellen (S. 169, Fig. 2 B); 4. Hüllzellen (S. 169, Fig. 2 A) (Gen. Morph. I, 269—289).

Was das Verhältniß dieser vier Plastidenformen zur Urzeugung betrifft, so ist folgendes das Wahrscheinlichste: 1. die Urcytoden (Gymnocytoda), nackte Plasmastücke ohne Kern, gleich den heute noch lebenden Moneren, sind die einzigen Plastiden, welche unmittelbar durch Urzeugung entstanden; 2. die Hüllcytoden (Lepocytoda), Plasmastücke ohne Kern, welche von einer Hülle (Membran oder Schale) umgeben sind, entstanden aus den Urcytoden entweder durch Verdichtung der oberflächlichsten Plasmaschichten oder durch Ausscheidung einer Hülle; 3. die Urzellen (Gymnocyta) oder nackte Zellen, Plasmastücke mit Kern, aber ohne Hülle, entstanden aus den Urcytoden durch Verdichtung der innersten Plasmatheile zu einem Kerne oder Nucleus, durch Differenzirung von centralem Kerne und peripherischem Zellstoff; 4. die Hüllzellen (Lepocyta) oder Hautzellen, Plasmastücke mit Kern und mit äußerer Hülle (Membran oder Schale), entstanden entweder aus den Hüllcytoden durch Bildung eines Kernes

oder aus den Urzellen durch Bildung einer Membran. Alle übrigen Formen von Bildnerinnen oder Plastiden, welche außerdem noch vorkommen, sind erst nachträglich durch natürliche Züchtung, durch Abstammung mit Anpassung, durch Differenzirung und Umbildung aus jenen vier Grundformen entstanden.

Durch diese Plastidentheorie, durch diese Ableitung aller verschiedenen Plastidenformen und somit auch aller aus ihnen zusammengesetzten Organismen von den Moneren, kommt ein einfacher und natürlicher Zusammenhang in die gesammte Entwickelungstheorie. Die Entstehung der ersten Moneren durch Urzeugung erscheint uns als ein einfacher und nothwendiger Vorgang in dem Entwickelungsproceß des Erdkörpers. Wir geben zu, daß dieser Vorgang, so lange er noch nicht direct beobachtet oder durch das Experiment wiederholt ist, eine reine Hypothese bleibt. Allein ich wiederhole, daß diese Hypothese für den ganzen Zusammenhang der natürlichen Schöpfungsgeschichte unentbehrlich ist, daß sie an sich durchaus nichts Gezwungenes und Wunderbares mehr hat, und daß sie keinenfalls jemals positiv widerlegt werden kann. Auch ist zu berücksichtigen, daß der Vorgang der Urzeugung, selbst wenn er alltäglich und stündlich noch heute stattfände, auf jeden Fall äußerst schwierig zu beobachten und mit untrüglicher Sicherheit als solcher festzustellen sein würde. Den heute noch lebenden Moneren gegenüber finden wir uns aber in folgende Alternative versetzt: Entweder stammen dieselben wirklich direct von den zuerst entstandenen oder „erschaffenen" ältesten Moneren ab, und dann müßten sie sich diese vielen Millionen Jahre hindurch unverändert fortgepflanzt und in der ursprünglichen Form einfacher Plasmastückchen erhalten haben. Oder die heutigen Moneren sind erst viel später im Laufe der organischen Erdgeschichte durch wiederholte Urzeugungs-Akte entstanden, und dann kann die Urzeugung eben so gut noch heute stattfinden. Offenbar hat die letztere Annahme viel mehr Wahrscheinlichkeit für sich als die erstere.

Wenn Sie die Hypothese der Urzeugung nicht annehmen, so müssen Sie an diesem einzigen Punkte der Entwickelungstheorie zum

Digitized by Google

Wunder einer übernatürlichen Schöpfung Ihre Zuflucht nehmen. Der Schöpfer muß dann den ersten Organismus oder die wenigen ersten Organismen, von denen alle übrigen abstammen, jedenfalls einfachste Moneren oder Urcytoden, als solche geschaffen und ihnen die Fähigkeit beigelegt haben, sich in mechanischer Weise weiter zu entwickeln. Ich überlasse es einem Jeden von Ihnen, zwischen dieser Vorstellung und der Hypothese der Urzeugung zu wählen. Mir scheint die Vorstellung, daß der Schöpfer an diesem einzigen Punkte willkürlich in den gesetzmäßigen Entwickelungsgang der Materie eingegriffen habe, der im Uebrigen ganz ohne seine Mitwirkung verläuft, ebenso unbefriedigend für das gläubige Gemüth, wie für den wissenschaftlichen Verstand zu sein. Nehmen wir dagegen für die Entstehung der ersten Organismen die Hypothese der Urzeugung an, welche aus den oben erörterten Gründen, insbesondere durch die Entdeckung der Moneren, ihre frühere Schwierigkeit verloren hat, so gelangen wir zur Herstellung eines ununterbrochenen natürlichen Zusammenhanges zwischen der Entwickelung der Erde und der von ihr geborenen Organismen, und wir erkennen auch in dem letzten noch zweifelhaften Punkte die Einheit der gesammten Natur und die Einheit ihrer Entwickelungsgesetze (Gen. Morph. I, 164).

Vierzehnter Vortrag.

Wanderung und Verbreitung der Organismen. Die Chorologie und die Eiszeit der Erde.

Chorologiſche Thatſachen und Urſachen. Einmalige Entſtehung der meiſten Arten an einem einzigen Orte: „Schöpfungsmittelpunkte“. Ausbreitung durch Wanderung. Active und paſſive Wanderungen. Transportmittel. Beſtändige Veränderung der Verbreitungsbezirke durch Hebungen und Senkungen des Bodens. Einfluß des Klima-Wechſels. Eiszeit oder Glacial-Periode. Ihre Bedeutung für die Chorologie. Bedeutung der Wanderungen für die Entſtehung neuer Arten. Iſolirung der Koloniſten. Wagners „Migrationsgeſetz“.

Meine Herren! Wie ich ſchon zu wiederholten Malen hervorgehoben habe, wie aber nie genug betont werden kann, liegt der eigentliche Werth und die unüberwindliche Stärke der Deſcendenztheorie nicht darin, daß ſie uns dieſe oder jene einzelne Erſcheinung erläutert, ſondern darin, daß ſie uns die Geſammtheit der biologiſchen Phänomene erklärt, daß ſie uns alle botaniſchen und zoologiſchen Erſcheinungsreihen in ihrem inneren Zuſammenhange verſtändlich macht. Daher wird jeder denkende Forſcher um ſo feſter und tiefer von ihrer Wahrheit durchdrungen, je mehr er ſeinen Blick von einzelnen biologiſchen Wahrnehmungen zu einer allgemeinen Betrachtung des Geſammtgebietes des Thier- und Pflanzenlebens erhebt. Laſſen Sie uns nun jetzt, von dieſem umfaſſenden Standpunkt aus, ein biologiſches Gebiet überblicken, deſſen mannichfaltige und verwickelte Erſcheinungen beſonders einfach und lichtvoll durch die Selectionstheorie

Digitized by Google

erklärt werden. Ich meine die Chorologie oder die Lehre von der räumlichen Verbreitung der Organismen über die Erdoberfläche. Darunter verstehe ich nicht nur die geographische Verbreitung der Thier- und Pflanzenarten über die verschiedenen Erdtheile und deren Provinzen, über Festländer und Inseln, Meere und Flüsse; sondern auch die topographische Verbreitung derselben in verticaler Richtung, ihr Hinaufsteigen auf die Höhen der Gebirge, ihr Hinabsteigen in die Tiefen des Oceans (Gen. Morph. II, 286).

Wie Ihnen bekannt ist, haben die sonderbaren chorologischen Erscheinungsreihen, welche die horizontale Verbreitung der Organismen über die Erdtheile, und ihre verticale Verbreitung in Höhen und Tiefen darbieten, schon seit längerer Zeit allgemeines Interesse erweckt. In neuerer Zeit haben namentlich Alexander Humboldt[39]) und Frederick Schouw die Geographie der Pflanzen, Berghaus und Schmarda die Geographie der Thiere in weiterem Umfange behandelt. Aber obwohl diese und manche andere Naturforscher unsere Kenntnisse von der Verbreitung der Thier- und Pflanzenformen vielfach gefördert und uns ein weites Gebiet des Wissens voll wunderbarer und interessanter Erscheinungen zugänglich gemacht haben, so blieb doch die ganze Chorologie immer nur ein zerstreutes Wissen von einer Masse einzelner Thatsachen. Eine Wissenschaft konnte man sie nicht nennen, so lange uns die wirkenden Ursachen zur Erklärung dieser Thatsachen fehlten. Diese Ursachen hat uns erst die Selectionstheorie mit ihrer Lehre von den Wanderungen der Thier- und Pflanzenarten enthüllt, und erst seit Darwin und Wallace können wir von einer selbstständigen chorologischen Wissenschaft reden.

Wenn man die gesammten Erscheinungen der geographischen und topographischen Verbreitung der Organismen an und für sich betrachtet, ohne Rücksicht auf die allmählige Entwickelung der Arten, und wenn man zugleich, dem herkömmlichen Aberglauben folgend, die einzelnen Thier- und Pflanzenarten als selbstständig erschaffene und von einander unabhängige Formen betrachtet, so bleibt nichts anderes

übrig, als jene Erscheinungen wie eine bunte Sammlung von unbegreiflichen und unerklärlichen Wundern anzustaunen. Sobald man aber diesen niederen Standpunkt verläßt und mit der Annahme einer Blutsverwandtschaft der verschiedenen Species sich zur Höhe der Entwickelungstheorie erhebt, so fällt mit einem Male ein vollständig erklärendes Licht auf jenes mystische Wundergebiet, und wir sehen, daß sich alle jene chorologischen Thatsachen ganz einfach und leicht aus der Annahme einer gemeinsamen Abstammung der Arten und ihrer passiven und activen Wanderung verstehen lassen.

Der wichtigste Grundsatz, von dem wir in der Chorologie ausgehen müssen, und von dessen Wahrheit uns jede tiefere Betrachtung der Selectionstheorie überzeugt, ist, daß in der Regel jede Thier- und Pflanzenart nur einmal im Lauf der Zeit und nur an einem Orte der Erde, an ihrem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte", durch natürliche Züchtung entstanden ist. Ich theile diese Ansicht Darwins unbedingt in Bezug auf die große Mehrzahl der höheren und vollkommenen Organismen, in Bezug auf die allermeisten Thiere und Pflanzen, bei denen die Arbeitstheilung oder Differenzirung der sie zusammensetzenden Zellen und Organen einen gewissen Grad erreicht hat. Denn es ist ganz unglaublich, oder könnte doch nur durch einen höchst seltenen Zufall geschehen, daß alle die mannichfaltigen und verwickelten Umstände, alle die verschiedenen Bedingungen des Kampfes ums Dasein, die bei der Entstehung einer neuen Art durch natürliche Züchtung wirksam sind, genau in derselben Vereinigung und Verbindung mehr als einmal in der Erdgeschichte, oder gleichzeitig an mehreren verschiedenen Punkten der Erdoberfläche zusammen gewirkt haben.

Dagegen halte ich es wohl für möglich, daß gewisse höchst unvollkommene Organismen vom einfachsten Bau, Speciesformen von höchst indifferenter Natur, wie z. B. manche einzellige Protisten, namentlich aber die einfachsten von allen, die Moneren, in ihrer specifischen Form mehrmals oder gleichzeitig an mehreren Stellen der Erde entstanden seien. Denn die wenigen sehr einfachen Bedingungen,

durch welche ihre specifische Form im Kampfe ums Dasein umgebildet wurde, können sich wohl öfter im Laufe der Zeit, oder unabhängig von einander an verschiedenen Stellen der Erde wiederholt haben. Ferner können auch diejenigen höheren specifischen Formen, welche nicht durch natürliche Züchtung, sondern durch Bastardzeugung entstanden sind, die früher erwähnten Bastardarten (S. 130, 245) wiederholt an verschiedenen Orten neu entstanden sein. Da uns jedoch diese verhältnißmäßig geringe Anzahl von Organismen hier vorläufig noch nicht näher interessirt, so können wir in chorologischer Beziehung von ihnen absehen, und brauchen bloß die Verbreitung der großen Mehrzahl der Thier- und Pflanzenarten in Betracht zu ziehen, bei denen die einmalige Entstehung jeder Species an einem einzigen Orte, an ihrem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte", aus vielen wichtigen Gründen als hinreichend gesichert angesehen werden kann.

Jede Thier- und Pflanzenart hat nun von Anbeginn ihrer Existenz an das Streben besessen, sich über die beschränkte Lokalität ihrer Entstehung, über die Schranken ihres „Schöpfungsmittelpunktes" oder besser gesagt ihrer Urheimath oder ihres Geburtsortes hinaus auszubreiten. Das ist eine nothwendige Folge der früher erörterten Bevölkerungs- und Uebervölkerungsverhältnisse (S. 144, 228). Je stärker eine Thier- oder Pflanzenart sich vermehrt, desto weniger reicht ihr beschränkter Geburtsort für ihren Unterhalt aus, desto heftiger wird der Kampf um's Dasein, desto rascher tritt eine Uebervölkerung der Heimath und in Folge dessen Auswanderung ein. Diese Wanderungen sind allen Organismen gemeinsam und sie sind die eigentliche Ursache der weiten Verbreitung der verschiedenen Organismenarten über die Erdoberfläche. Wie die Menschen aus den übervölkerten Staaten, so wandern Thiere und Pflanzen allgemein aus ihrer übervölkerten Urheimath, ihrem beschränkten Geburtsorte aus.

Auf die hohe Bedeutung dieser sehr interessanten Wanderungen der Organismen haben schon früher viele ausgezeichnete Naturforscher,

insbesondere Lyell[11]), Schleiden u. A. wiederholt aufmerksam gemacht. Die Transportmittel, durch welche dieselben geschehen, sind äußerst mannichfaltig. Darwin hat dieselben im elften und zwölften Kapitel seines Werks, welche der „geographischen Verbreitung" ausschließlich gewidmet sind, vortrefflich erörtert. Die Transportmittel sind theils active, theils passive; d. h. der Organismus bewerkstelligt seine Wanderungen theils durch freie Ortsbewegungen, die von ihm selbst ausgehen, theils durch Bewegungen anderer Naturkörper, an denen er sich nicht selbstthätig betheiligt.

Die activen Wanderungen spielen selbstverständlich die größte Rolle bei den frei beweglichen Thieren. Je freier die Bewegung eines Thieres nach allen Richtungen hin durch seine Organisation erlaubt ist, desto leichter kann diese Thierart wandern, und desto rascher sich über die Erde ausbreiten. Am meisten begünstigt sind in dieser Beziehung natürlich die fliegenden Thiere, und insbesondere unter den Wirbelthieren die Vögel, unter den Gliederthieren die Insecten. Leichter als alle anderen Thiere konnten sich diese beiden Klassen alsbald nach ihrer Entstehung über die ganze Erde verbreiten, und daraus erklärt sich auch zum Theil die ungemeine innere Einförmigkeit, welche diese beiden großen Thierklassen vor allen anderen auszeichnet. Denn obwohl dieselben eine außerordentliche Anzahl von verschiedenen Arten enthalten, und obwohl die Insectenklasse allein mehr verschiedene Species besitzen soll, als alle übrigen Thierklassen zusammengenommen, so stimmen dennoch alle diese unzähligen Insectenarten, und ebenso andererseits die verschiedenen Vögelarten, in allen wesentlichen Eigenthümlichkeiten ihrer Organisation ganz auffallend überein. Daher kann man sowohl in der Klasse der Insecten, als in derjenigen der Vögel, nur eine sehr geringe Anzahl von größeren natürlichen Gruppen oder „Ordnungen" unterscheiden, und diese wenigen Ordnungen weichen im inneren Bau nur sehr wenig von einander ab. Die artenreichen Vögelordnungen sind lange nicht so weit von einander verschieden, wie die viel weniger artenreichen Ordnungen der Säugethierklasse; und die an Genera- und

Digitized by Google

Speciesformen äußerſt reichen Inſectenordnungen ſtehen ſich im inneren Bau viel näher, als die viel kleineren Ordnungen der Krebsklaſſe. Die durchgehende Parallele zwiſchen den Vögeln und Inſecten iſt auch in dieſer ſyſtematiſchen Beziehung ſehr intereſſant; und die größte Bedeutung ihres Formenreichthums für die wiſſenſchaftliche Morphologie liegt darin, daß ſie uns zeigen, wie innerhalb des engſten anatomiſchen Spielraums, und ohne tiefere Veränderungen der weſentlichen inneren Organiſation, die größte Mannichfaltigkeit der äußeren Körperform erreicht werden kann. Offenbar liegt der Grund dafür in der fliegenden Lebensweiſe und in der freieſten Ortsbewegung. In Folge deſſen haben ſich Vögel ſowohl als Inſecten ſehr raſch über die ganze Erdoberfläche verbreitet, haben an allen möglichen, anderen Thieren unzugänglichen Localitäten ſich angeſiedelt, und nun durch oberflächliche Anpaſſung an beſtimmte Localverhältniſſe ihre ſpecifiſche Form vielfach modificirt.

Nächſt den fliegenden Thieren haben natürlich am raſcheſten und weiteſten ſich diejenigen ausgebreitet, die nächſtdem am beſten wandern konnten, die beſten Läufer unter den Landbewohnern, die beſten Schwimmer unter den Waſſerbewohnern. Das Vermögen derartiger activer Wanderungen iſt aber nicht bloß auf diejenigen Thiere beſchränkt, welche ihr ganzes Leben hindurch ſich freier Ortsbewegung erfreuen. Denn auch die feſtſitzenden Thiere, wie z. B. die Korallen, die Röhrenwürmer, die Seeſcheiden, die Seelilien, die Taſcheln, die Rankenkrebſe und viele andere niedere Thiere, die auf Seepflanzen, Steinen u. dgl. feſtgewachſen ſind, genießen doch in ihrer Jugend wenigſtens freie Ortsbewegung. Sie alle wandern, ehe ſie ſich feſtſetzen. Gewöhnlich iſt der erſte frei bewegliche Jugendzuſtand derſelben eine flimmernde Larve, ein rundliches, zelliges Körperchen, welches mittelſt eines beweglichen Haarkleides im Waſſer umherſchwärmt und den Namen Planula führt.

Aber nicht auf die Thiere allein iſt das Vermögen der freien Ortsbewegung und ſomit auch der activen Wanderung beſchränkt, ſondern ſelbſt viele Pflanzen erfreuen ſich deſſelben. Viele niedere

Waſſerpflanzen, insbeſondere aus der Tangklaſſe, ſchwimmen in ihrer erſten Jugend, gleich den eben erwähnten niederen Thieren, mittelſt eines beweglichen Flimmerkleides, einer ſchwingenden Geißel oder eines zitternden Wimperpelzes, frei im Waſſer umher und ſetzen ſich erſt ſpäter feſt. Selbſt bei vielen höheren Pflanzen, die wir als kriechende und kletternde bezeichnen, können wir von einer activen Wanderung ſprechen. Der langgeſtreckte Stengel oder Wurzelſtock derſelben kriecht oder klettert während ſeines langen Wachsthums nach neuen Standorten und erobert ſich mittelſt ſeiner weitverzweigten Aeſte einen neuen Wohnort, in dem er ſich durch Knospen befeſtigt, und neue Kolonien von anderen Individuen ſeiner Art hervorruft.

So einflußreich nun aber auch dieſe activen Wanderungen der meiſten Thiere und vieler Pflanzen ſind, ſo würden ſie allein doch bei weitem nicht ausreichen, uns die Chorologie der Organismen zu erklären. Vielmehr ſind bei weitem wichtiger und von ungleich größerer Wirkung, wenigſtens für die meiſten Pflanzen und für viele Thiere, von jeher die paſſiven Wanderungen geweſen. Solche paſſive Ortsveränderungen werden durch äußerſt mannichfaltige Urſachen hervorgebracht. Luft und Waſſer in ihrer ewigen Bewegung, Wind und Wellen in ihrer mannichfaltigen Strömung ſpielen dabei die größte Rolle. Der Wind hebt allerorten und allerzeiten leichte Organismen, kleine Thiere und Pflanzen, namentlich aber die jugendlichen Keime derſelben, Thiereier und Pflanzenſamen, in die Höhe, und führt ſie weithin über Land und Meer. Wo dieſelben in das Waſſer fallen, werden ſie von Strömungen oder Wellen erfaßt und nach anderen Orten hingeführt. Wie weit in vielen Fällen Baumſtämme, hartſchalige Früchte und andere ſchwer verwesliche Pflanzentheile durch den Lauf der Flüſſe und durch die Strömungen des Meeres von ihrer urſprünglichen Heimath weggeführt werden, iſt aus zahlreichen Beiſpielen bekannt. Palmenſtämme aus Weſtindien werden durch den Golfſtrom nach den britiſchen und norwegiſchen Küſten gebracht. Alle großen Ströme führen Treibholz aus den Gebirgen und oft Alpenpflanzen aus ihrer Quellen Heimath in die Ebe-

nen hinab und weiter bis zu ihrer Ausmündung in das Meer. Zwiſchen dem Wurzelwerk dieſer fortgetriebenen Pflanzen, zwiſchen dem Gezweige der fortgeſchwemmten Baumſtämme ſitzen oft zahlreiche Bewohner derſelben, welche an der paſſiven Wanderung Theil nehmen müſſen. Die Baumrinde iſt mit Moos, Flechten und paraſitiſchen Inſecten bedeckt. Andere Inſecten, Spinnen u. dergl., ſelbſt kleine Reptilien und Säugethiere, ſitzen geborgen in dem hohlen Stamme oder halten ſich feſt an den Zweigen. In der Erde, die zwiſchen die Wurzelfaſern eingeklemmt iſt, in dem Staube, welcher in den Rindenſpalten feſtſitzt, befinden ſich zahlloſe Keime von kleineren Thieren und Pflanzen. Landet nun der fortgetriebene Stamm glücklich an einer fremden Küſte oder einer fernen Inſel, ſo können die Gäſte, welche an der unfreiwilligen Reiſe Theil nehmen mußten, ihr Fahrzeug verlaſſen und ſich in dem neuen Vaterlande anſiedeln.

Eine ſeltſame beſondere Form dieſes Waſſertransports vermitteln die ſchwimmenden Eisberge, die ſich alljährlich von dem ewigen Eiſe der Polarmeere ablöſen. Obwohl jene kalten Zonen im Ganzen ſehr ſpärlich bevölkert ſind, ſo können doch manche von ihren Bewohnern, die ſich zufällig auf einem Eisberge während ſeiner Ablöſung befanden, mit demſelben von den Strömungen fortgeführt und an wärmeren Küſten gelandet werden. So iſt ſchon oft mit abgelöſten Eisblöcken des nördlichen Eismeeres eine ganze kleine Bevölkerung von Thieren und Pflanzen nach den nördlichen Küſten von Europa und Amerika geführt worden. Ja ſogar einzelne Eisfüchſe und Eisbären ſind ſo nach Island und den britiſchen Inſeln gelangt.

Keine geringere Bedeutung als der Waſſertransport, beſitzt für die paſſiven Wanderungen der Lufttransport. Der Staub, der unſere Straßen und Dächer bedeckt, die Erdkruſte, welche auf trockenen Feldern und ausgetrockneten Waſſerbecken ſich findet, die leichte Humusdecke des Waldbodens, kurz die ganze Oberfläche des trockenen Landes enthält Millionen von kleinen Organismen und von Keimen derſelben. Viele von dieſen kleinen Thieren und Pflanzen können ohne Schaden vollſtändig austrocknen und erwachen wieder zum Leben, ſobald ſie

befeuchtet werden. Jeder Windstoß hebt mit dem Staube unzählige solche kleine Lebewesen in die Höhe und führt sie oft meilenweit nach anderen Orten hin. Aber auch größere Organismen, und namentlich Keime von solchen, können oft weite passive Luftreisen machen. Bei vielen Pflanzen sind die Samenkörner mit leichten Federkronen versehen, die wie Fallschirme wirken und ihr Schweben in der Luft erleichtern, ihr Niederfallen erschweren. Spinnen machen auf ihrem leichten Fadengespinnste, dem sogenannten „fliegenden Weiber-Sommer", meilenweite Luftreisen. Junge Frösche werden durch Wirbelwinde oft zu Tausenden in die Luft erhoben und fallen als sogenannter „Froschregen" an einem entfernten Orte nieder. Vögel und Insecten können durch Stürme über den halben Erdkreis weggeführt werden. Sie fallen in den vereinigten Staaten nieder, nachdem sie sich in England erhoben hatten. In Kalifornien aufgeflogen, kommen sie in China erst wieder zur Ruhe. Mit den Vögeln und Insecten können aber wieder viele andere Organismen die Reise von einem Kontinent zum andern machen. Selbstverständlich wandern mit allen Organismen die auf ihnen wohnenden Parasiten, deren Zahl Legion ist, die Flöhe, Läuse, Milben, Pilze u. s. w. In der Erde, die oft zwischen den Zehen der Vögel beim Auffliegen hängen bleibt, sitzen wiederum kleine Thiere und Pflanzen oder Keime von solchen. Und so kann die freiwillige oder unfreiwillige Wanderung eines einzigen größeren Organismus eine ganze kleine Flora und Fauna aus einem Welttheil in den andern hinüber führen.

Außer den angegebenen Transportmitteln giebt es nun auch noch viele andere, die die Verbreitung der Thier- und Pflanzen-Arten über weite Strecken der Erdoberfläche, und insbesondere die allgemeine Verbreitung der sogenannten kosmopolitischen Species erklären. Doch würden wir uns hieraus allein bei weitem nicht alle chorologischen Thatsachen erklären können. Wie kommt es z. B., daß viele Süßwasserbewohner in zahlreichen weit von einander getrennten und ganz gesonderten Flußgebieten oder Seen leben? Wie kommt es, daß viele Gebirgsbewohner, die in der Ebene gar nicht existiren können, auf

Digitized by Google

gänzlich getrennten und weit entfernten Gebirgsketten gefunden worden? Daß jene Süßwaſſerbewohner die zwiſchen ihren Waſſergebieten liegenden Landſtrecken, daß dieſe Gebirgsbewohner die zwiſchen ihren Gebirgsheimathen liegenden Ebenen in irgend einer Weiſe activ oder paſſiv durchwandert hätten, iſt ſchwer anzunehmen und in vielen Fällen gar nicht denkbar. Hier kommt uns nun als mächtiger Bundesgenoſſe die Geologie zu Hülfe. Sie löſt uns jene ſchwierigen Räthſel vollſtändig.

Die Entwickelungsgeſchichte der Erde zeigt uns, daß die Vertheilung von Land und Waſſer an ihrer Oberfläche ſich in ewigem und ununterbrochenem Wechſel befindet. Ueberall finden in Folge von geologiſchen Veränderungen des Erdinnern, bald hier bald dort ſtärker vortretend oder nachlaſſend, Hebungen und Senkungen des Bodens ſtatt. Wenn dieſelben auch ſo langſam geſchehen, daß ſie im Laufe des Jahrhunderts die Meeresküſte nur um wenige Zolle, oder ſelbſt nur um ein paar Linien heben oder ſenken, ſo bewirken ſie doch im Laufe langer Zeiträume erſtaunliche Reſultate. Und an langen, an unermeßlich langen Zeiträumen hat es in der Erdgeſchichte niemals gefehlt. Im Laufe der vielen Millionen Jahre, ſeit ſchon organiſches Leben auf der Erde exiſtirt, haben Land und Meer ſich beſtändig um die Herrſchaft geſtritten. Continente und Inſeln ſind unter Meer verſunken, und neue ſind aus ſeinem Schooße emporgeſtiegen. Seen und Meere ſind langſam gehoben worden und ausgetrocknet, und neue Waſſerbecken ſind durch Senkung des Bodens entſtanden. Halbinſeln wurden zu Inſeln, indem die ſchmale Landzunge, die ſie mit dem Feſtlande verband, unter Waſſer ſank. Die Inſeln eines Archipelagus wurden zu Spitzen einer zuſammenhängenden Gebirgskette, wenn der ganze Boden ihres Meeres bedeutend gehoben wurde.

So war einſt das Mittelmeer ein Binnenſee, als noch an Stelle der Gibraltarſtraße Afrika durch eine Landenge mit Spanien zuſammenhing. England hat mit dem europäiſchen Feſtlande ſelbſt während der neueren Erdgeſchichte, als ſchon Menſchen exiſtirten, wiederholt zuſammen gehangen und iſt wiederholt davon getrennt worden.

Ja ſogar Europa und Nordamerika haben unmittelbar in Zuſammenhang geſtanden. Die Südſee bildete einſt einen großen paciſiſchen Continent, und die zahlloſen kleinen Inſeln, die heute in derſelben zerſtreut liegen, waren bloß die höchſten Kuppen der Gebirge, die jenen Continent bedeckten. Der indiſche Ocean exiſtirte in Form eines Continents, der von den Sunda-Inſeln längs des ſüdlichen Aſiens ſich bis zur Oſtküſte von Africa erſtreckte. Dieſer einſtige große Continent, den der Engländer Selater wegen der für ihn characteriſtiſchen Halbaffen Lemuria genannt hat, iſt wahrſcheinlich zugleich von großer Bedeutung als die Wiege des Menſchengeſchlechts, das hier ſich vermuthlich zuerſt aus anthropoiden Affen hervorbildete. Ganz beſonders intereſſant iſt aber der wichtige Nachweis, welchen der berühmte Alfred Wallace[36]) mit Hülfe chorologiſcher Thatſachen geführt hat, das der heutige malayiſche Archipel eigentlich aus zwei ganz verſchiedenen Abtheilungen beſteht. Die weſtliche Abtheilung, der indo-malayiſche Archipel, umfaßt die großen Inſeln Borneo, Java und Sumatra, und hing früher durch Malakka mit dem aſiatiſchen Feſtland und wahrſcheinlich auch mit dem eben genannten Lemurien zuſammen. Die öſtliche Abtheilung dagegen, der auſtral-malayiſche Archipel, Celebes, die Molukken, Neuguinea, die Salomons-Inſeln u. ſ. w. umfaſſend, ſtand früherhin mit Auſtralien in unmittelbarem Zuſammenhang. Beide Abtheilungen waren vormals zwei durch eine Meerenge getrennte Continente, ſind aber jetzt größtentheils unter den Meeresſpiegel verſunken. Die Lage jener früheren Meerenge, deren Südende zwiſchen Bali und Lombok hindurch geht, hat Wallace bloß auf Grund ſeiner genauen chorologiſchen Beobachtungen in der ſcharfſinnigſten Weiſe feſt zu beſtimmen vermocht.

So haben, ſeitdem tropfbar flüſſiges Waſſer auf der Erde exiſtirt, die Grenzen von Waſſer und Land ſich in ewigem Wechſel verändert, und man kann behaupten, daß die Umriſſe der Continente und Inſeln nicht eine Stunde, ja nicht eine Minute hindurch ſich jemals gleich geblieben ſind. Denn ewig und ununterbrochen nagt die Brandung an dem Saume der Küſten; und was das Land an dieſen Stellen

beſtändig an Ausdehnung verliert, das gewinnt es an andern Stellen durch Anhäufung von Schlamm, der ſich zu feſtem Geſtein verdichtet, und wieder über den Meeresſpiegel als neues Land ſich erhebt. Nichts kann irriger ſein, als die Vorſtellung von einem feſten und unveränderlichen Umriſſe unſerer Continente, wie ſie uns in früher Jugend ſchon durch unſeren mangelhaften, der geologiſchen Baſis entbehrenden geographiſchen Unterricht eingeprägt wird.

Nun brauche ich Sie wohl kaum noch darauf aufmerkſam zu machen, wie äußerſt wichtig von jeher dieſe geologiſchen Veränderungen der Erdoberfläche für die Wanderungen der Organismen und in Folge deſſen für ihre Chorologie geweſen ſein müſſen. Wir lernen dadurch begreifen, wie dieſelben oder ganz nahe verwandte Thier- und Pflanzen-Arten auf verſchiedenen Inſeln vorkommen können, obwohl ſie nicht das Waſſer zwiſchen denſelben durchwandern können, und wie andere, das Süßwaſſer bewohnende Arten in verſchiedenen geſchloſſenen Seebecken wohnen können, obgleich ſie nicht das Land zwiſchen denſelben zu überſchreiten vermögen. Jene Inſeln waren früher Bergſpitzen eines zuſammenhängenden Feſtlandes, und dieſe Seen ſtanden einſtmals in unmittelbarem Zuſammenhang. Durch geologiſche Senkung wurden die erſteren, durch Hebung die letzteren getrennt. Wenn wir nun ferner bedenken, wie oft und wie ungleichmäßig an den verſchiedenen Stellen der Erde ſolche wechſelnde Hebungen und Senkungen ſtattfanden und in Folge deſſen die Grenzen der geographiſchen Verbreitungsbezirke der Arten ſich veränderten, wenn wir bedenken, wie außerordentlich mannichfaltig dadurch die activen und paſſiven Wanderungen der Organismen beeinflußt werden mußten, ſo lernen wir vollſtändig die bunte Mannichfaltigkeit des Bildes begreifen, welches uns gegenwärtig die Vertheilung der Thier- und Pflanzen-Arten darbietet.

Noch ein anderer wichtiger Factor iſt aber hier hervorzuheben, der ebenfalls für die volle Erklärung jenes bunten geographiſchen Bildes von großer Bedeutung iſt, und manche ſehr dunkle Thatſachen aufhellt, die wir ohne ihn nicht begreifen würden. Das iſt nämlich

der allmählige Klima-Wechſel, welcher während des langen Verlaufs der organiſchen Erdgeſchichte ſtattgefunden hat. Wie wir ſchon im vorhergehenden Vortrage geſehen haben, muß beim Beginne des organiſchen Lebens auf der Erde allgemein eine viel höhere und gleichmäßigere Temperatur geherrſcht haben, als gegenwärtig ſtattfindet. Die Zonen-Unterſchiede, die jetzt ſehr auffallend hervortreten, fehlten damals noch gänzlich. Wahrſcheinlich viele Millionen Jahre hindurch herrſchte auf der ganzen Erde ein Klima, welches dem heißeſten Tropenklima der Jetztzeit nahe ſtand oder daſſelbe noch übertraf. Der höchſte Norden, bis zu welchem der Menſch jetzt vorgedrungen iſt, war damals mit Palmen und anderen Tropengewächſen bedeckt, deren verſteinerte Reſte wir noch jetzt dort finden. Sehr langſam und allmählig nahm ſpäterhin dieſes Klima ab; aber immer noch blieben die Pole ſo warm, daß die ganze Erdoberfläche für Organismen bewohnbar war. Erſt in einer verhältnißmäßig ſehr jungen Periode der Erdgeſchichte, nämlich im Beginne der Tertiärzeit, erfolgte, wie es ſcheint, die erſte wahrnehmbare Abkühlung der Erdrinde von den beiden Polen her, und ſomit die erſte Differenzirung oder Sonderung verſchiedener Temperatur-Gürtel oder klimatiſcher Zonen. Die langſame und allmählige Abnahme der Temperatur bildete ſich nun innerhalb der Tertiärperiode immer weiter aus, bis zuletzt an beiden Polen der Erde das erſte Eis entſtand.

Wie wichtig dieſer Klima-Wechſel für die geographiſche Verbreitung der Organismen und für die Entſtehung zahlreicher neuer Arten werden mußte, braucht kaum ausgeführt zu werden. Die Thier- und Pflanzen-Arten, die bis zur Tertiärzeit hin überall auf der Erde bis zu den Polen ein angenehmes tropiſches Klima gefunden hatten, waren nunmehr gezwungen, entweder ſich der eindringenden Kälte anzupaſſen oder vor derſelben zu fliehen. Diejenigen Species, welche ſich anpaßten und an die ſinkende Temperatur gewöhnten, wurden durch dieſe Acclimatiſation ſelbſt unter dem Einfluſſe der natürlichen Züchtung in neue Arten umgewandelt. Die anderen Arten, welche vor der Kälte flohen, mußten auswandern und in niederen

Breiten ein milderes Klima ſuchen. Dadurch mußten die bisherigen Verbreitungs-Bezirke der Arten gewaltig verändert werden.

Nun blieb aber in dem letzten großen Abſchnitte der Erdgeſchichte, in der auf die Tertiärzeit folgenden Quartär-Periode (oder in der Diluvial-Zeit) die Wärme-Abnahme der Erde von den Polen her keineswegs ſtehen. Vielmehr ſank die Temperatur nun tiefer und tiefer, ja ſelbſt weit unter den heutigen Grad herab. Das nördliche und mittlere Aſien, Europa und Nord-Amerika bedeckte ſich vom Nordpol her in großer Ausdehnung mit einer zuſammenhängenden Eisdecke, welche in unſerem Erdtheile bis gegen die Alpen gereicht zu haben ſcheint. In ähnlicher Weiſe drang auch vom Südpol her die Kälte vor, und überzog einen großen, jetzt eisfreien Theil der ſüdlichen Halbkugel mit einer ſtarren Eisdecke. So blieb zwiſchen dieſen gewaltigen, lebentödtenden Eiscontinenten nur noch ein ſchmaler Gürtel übrig, auf welchen das Leben der organiſchen Welt ſich zurückziehen konnte. Dieſe Periode, während welcher der Menſch oder wenigſtens der Affenmenſch bereits exiſtirte, und welche den erſten Hauptabſchnitt der ſogenannten Diluvialzeit bildet, iſt jetzt allgemein unter dem Namen der Eiszeit oder Glacialperiode bekannt und berühmt.

Der erſte Naturforſcher, der den Gedanken der Eiszeit klar erfaßte und mit Hülfe der ſogenannten Wanderblöcke oder erratiſchen Steinblöcke, ſowie der „Gletſcher-Schliffe" die große Ausdehnung der früheren Vergletſcherung von Mittel-Europa nachwies, war der geiſtvolle Karl Schimper. Von ihm angeregt, und durch die ſelbſtſtändigen Unterſuchungen des ausgezeichneten Geologen Charpentier bedeutend gefördert, unternahm es ſpäter der Schweizer Naturforſcher Louis Agaſſiz, die Theorie von der Eiszeit weiter auszuführen. In England machte ſich beſonders der Geologe Forbes um ſie verdient, und verwerthete ſie auch bereits für die Theorie von den Wanderungen und der dadurch bedingten geographiſchen Verbreitung der Arten. Agaſſiz hingegen ſchadete ſpäterhin der Theorie durch einſeitige Uebertreibung, indem er, der Kataſtrophen-Theorie Cuvier's zu Liebe, durch die plötzlich hereinbrechende Kälte der Eiszeit und die da-

mit verbundene „Revolution" den gänzlichen Untergang der damals lebenden Schöpfung erklären wollte.

Auf die Eiszeit ſelbſt und die ſcharfſinnigen Unterſuchungen über ihre Grenzen näher einzugehen, habe ich hier keine Veranlaſſung, und kann um ſo mehr darauf verzichten, als die ganze neuere geologiſche Literatur davon voll iſt. Sie finden eine ausführliche Erörterung derſelben vorzüglich in den Werken von Lyell[30]), Cotta[31]), Heer, Vogt[27]) u. ſ. w. Für uns iſt hier nur das hohe Gewicht von Bedeutung, welches ſie für die Erklärung der ſchwierigſten chorologiſchen Probleme beſitzt, und welches von Darwin ſehr richtig erkannt wurde.

Es kann nämlich keinem Zweifel unterliegen, daß dieſe Vergletſcherung der heutzutage gemäßigten Zonen einen außerordentlich bedeutenden Einfluß auf die geographiſche und topographiſche Vertheilung der Organismen ausüben und dieſelbe gänzlich umgeſtalten mußte. Während die Kälte langſam von den Polen her gegen den Aequator vorrückte und Land und Meer mit einer zuſammenhängenden Eisdecke überzog, mußte ſie natürlich die ganze lebende Organismen-Welt vor ſich her treiben. Thiere und Pflanzen mußten auswandern, wenn ſie nicht erfrieren wollten. Da nun aber zu jener Zeit vermuthlich die gemäßigte und die Tropenzone bereits nicht weniger dicht als gegenwärtig mit Pflanzen und Thieren bevölkert geweſen ſein wird, ſo muß ſich zwiſchen dieſen und den von den Polen her kommenden Eindringlingen ein furchtbarer Kampf um's Daſein erhoben haben. In dieſem Kampfe, der jedenfalls viele Jahrtauſende dauerte, werden viele Arten zu Grunde gegangen, viele Arten abgeändert und zu neuen Species umgebildet worden ſein. Die bisherigen Verbreitungsbezirke der Arten aber mußten völlig verändert werden. Und dieſer Kampf muß auch dann noch fortgedauert haben, ja er muß von Neuem entbrannt, und in neuen Formen weiter geführt worden ſein, als die Eiszeit ihren Höhenpunkt erreicht und überſchritten hatte, und als nunmehr in der poſtglacialen Periode die Temperatur wieder zunahm und die Organismen nach den Polen hin zurückzuwandern begannen.

Digitized by Google

Jedenfalls iſt dieſer gewaltige Klimawechſel, mag man ſonſt demſelben eine größere oder eine geringere Bedeutung zuſchreiben, eines derjenigen Ereigniſſe in der Erdgeſchichte, die am bedeutendſten auf die Vertheilung der organiſchen Formen eingewirkt haben. Namentlich wird aber ein ſehr wichtiges und ſchwieriges chorologiſches Verhältniß dadurch in der einfachſten Weiſe erklärt: das iſt die ſpecifiſche Uebereinſtimmung vieler unſerer Alpenbewohner mit vielen Bewohnern der Polarländer. Es giebt eine große Anzahl von ausgezeichneten Thier- und Pflanzen-Formen, die dieſen beiden, weit getrennten Erdgegenden gemeinſam ſind und nirgends in dem weiten, ebenen Zwiſchenraume zwiſchen Beiden gefunden werden. Eine Wanderung derſelben von den Polarländern nach den Alpenhöhen oder umgekehrt wäre unter den gegenwärtigen klimatiſchen Verhältniſſen undenkbar oder doch höchſtens nur in wenigen ſeltenen Fällen anzunehmen. Eine ſolche Wanderung konnte aber ſtattfinden, ja ſie mußte ſtattfinden während des allmähligen Eintrittes und Rückzuges der Eiszeit. Da die Vergletſcherung von Nord-Europa bis gegen unſere Alpenkette vordrang, ſo werden die davor zurückweichenden Polarbewohner, Gentianen und Saxifragen, Eisfüchſe und Schneehaſen, damals unſer deutſches Vaterland und überhaupt Mitteleuropa bevölkert haben. Als aber die Temperatur wieder zunahm, zog ſich nur ein Theil dieſer arktiſchen Bevölkerung mit dem zurückweichenden Eiſe in die Polarzone wieder zurück. Ein anderer Theil derſelben ſtieg ſtatt deſſen an den Bergen der Alpenkette in die Höhe und fand hier das ihm zuſagende kalte Klima. So erklärt ſich ganz einfach jenes Problem.

Wir haben die Lehre von den Wanderungen der Organismen oder die Migrationstheorie bisher vorzüglich inſofern verfolgt, als ſie uns die Ausſtrahlung jeder Thier- und Pflanzenart von einer einzigen Urheimath, von einem „Schöpfungsmittelpunkte" aus erklärt, und ihre Ausbreitung über einen größeren oder geringeren Theil der Erdoberfläche erläutert. Nun ſind aber die Wanderungen der Thiere und Pflanzen für die Entwickelungstheorie auch noch außerdem deßhalb von großer Bedeutung, weil wir darin ein ſehr wichtiges Hülfs-

mittel für die Entstehung neuer Arten erblicken müssen. Wenn Thiere und Pflanzen auswandern, so treffen sie, ebenso wie auswandernde Menschen, in der neuen Heimath Verhältnisse an, die mehr oder weniger von den gewohnten, Generationen hindurch ererbten Existenzbedingungen verschieden sind. Diesen neuen, ungewohnten Lebensbedingungen müssen sich die Auswanderer entweder fügen und anpassen, oder sie gehen zu Grunde. Durch die Anpassung selbst wird aber ihr eigenthümlicher, specifischer Charakter verändert, um so mehr, je größer der Unterschied zwischen der neuen und der alten Heimath ist. Das neue Klima, die neue Nahrung, vor allen aber die neue Nachbarschaft der Thiere und Pflanzen wirkt auf den ererbten Charakter der eingewanderten Species umbildend ein, und wenn dieselbe nicht zäh genug ist, diesen Einflüssen zu widerstehen, so muß früher oder später eine neue Art daraus hervorgehen. In den meisten Fällen wird diese Umformung der eingewanderten Species unter dem Einflusse des veränderten Kampfes um's Dasein so rasch vor sich gehen, daß schon nach wenigen Generationen eine neue Art daraus entstanden ist.

Von besonderer Bedeutung ist in dieser Beziehung die Wanderung für alle Organismen mit getrennten Geschlechtern. Denn bei diesen wird die Entstehung neuer Arten durch natürliche Züchtung immer dadurch erschwert oder verzögert, daß sich die variirenden Abkömmlinge gelegentlich wieder mit der unveränderten Stammform geschlechtlich vermischen, und so durch Kreuzung in die ursprüngliche Form zurückschlagen. Wenn dagegen solche Arten ausgewandert sind, wenn sie durch weite Entfernungen oder durch Schranken der Wanderung, durch Meere, Gebirge u. s. w. von der alten Heimath getrennt sind, so ist die Gefahr einer Vermischung mit der Stammform aufgehoben, und die Isolirung der ausgewanderten Form, die durch Anpassung in eine neue Art übergeht, verhindert ihre Kreuzung und dadurch ihren Rückschlag in die Stammform.

Diese Bedeutung der Wanderung für die Isolirung der neu entstehenden Arten und die Verhütung baldiger Rückkehr in die Stamm-

Digitized by Google

formen ist vorzüglich von dem geistreichen Reisenden Moritz Wagner in München hervorgehoben worden. In einem besonderen Schriftchen über „Die Darwin'sche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen“[40]) führt Wagner aus seiner eigenen reichen Erfahrung eine große Anzahl von treffenden Beispielen an, welche die von Darwin im elften und zwölften Capitel seines Buches gegebene Migrationstheorie bestätigen, und welche ganz besonders den Nutzen der völligen Isolirung der ausgewanderten Organismen für die Entstehung neuer Species erörtern. Wagner faßt die einfachen Ursachen, welche „die Form räumlich abgegrenzt und in ihrer typischen Verschiedenheit begründet haben“ in folgenden drei Sätzen zusammen: „1. Je größer die Summe der Veränderungen in den bisherigen Lebensbedingungen ist, welche emigrirende Individuen bei Einwanderung in einem neuen Gebiete finden, desto intensiver muß die jedem Organismus inne wohnende Variabilität sich äußern. 2. Je weniger diese gesteigerte individuelle Veränderlichkeit der Organismen im ruhigen Fortbildungsproceß durch die Vermischung zahlreicher nachrückender Einwanderer der gleichen Art gestört wird, desto häufiger wird der Natur durch Summirung und Vererbung der neuen Merkmale die Bildung einer neuen Varietät (Abart oder Rasse) d. i. einer beginnenden Art gelingen. 3. Je vortheilhafter für die Abart die in den einzelnen Organen erlittenen Veränderungen sind, je besser letztere den umgebenden Verhältnissen sich anpassen, und je länger die ungestörte Züchtung einer beginnenden Varietät von Colonisten in einem neuen Territorium ohne Mischung mit nachrückenden Einwanderern derselben Art fortdauert, desto häufiger wird aus der Abart eine neue Art entstehen.“

Diesen drei Sätzen von Moritz Wagner kann Jeder beistimmen. Für vollkommen irrig müssen wir dagegen seine Vorstellung halten, daß die Wanderung und die darauf folgende Isolirung der ausgewanderten Individuen eine nothwendige Bedingung für die Entstehung neuer Arten sei. Wagner sagt: „Ohne eine lange Zeit dauernde Trennung der Colonisten von ihren früheren Artgenossen

kann die Bildung einer neuen Rasse nicht gelingen, kann die Zuchtwahl überhaupt nicht stattfinden. Unbeschränkte Kreuzung, ungehinderte geschlechtliche Vermischung aller Individuen einer Species wird stets Gleichförmigkeit erzeugen und Varietäten, deren Merkmale nicht durch eine Reihe von Generationen fixirt worden sind, wieder in den Urschlag zurückstoßen."

Diesen Satz, in welchem Wagner selbst das Hauptresultat seiner Arbeit zusammenfaßt, würde er nur in dem Falle überhaupt vertheidigen können, wenn alle Organismen getrennten Geschlechts wären, wenn jede Entstehung neuer Individuen nur durch Vermischung männlicher und weiblicher Individuen möglich wäre. Das ist nun aber durchaus nicht der Fall. Merkwürdiger Weise sagt Wagner gar Nichts von den zahlreichen Zwittern, die im Besitz von beiderlei Geschlechtsorganen, der Selbstbefruchtung fähig sind, und ebenso Nichts von den zahllosen Organismen, die überhaupt noch nicht geschlechtlich differenzirt sind.

Nun hat es aber seit frühester Zeit der organischen Erdgeschichte tausende von Organismenarten gegeben, und giebt deren tausende noch heute, bei denen noch gar kein Geschlechtsunterschied, überhaupt noch gar keine geschlechtliche Fortpflanzung vorkömmt, und die sich ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege, durch Theilung, Knospung, Sporenbildung u. s. w. fortpflanzen. Die ganze große Masse der Protisten, die Moneren, Amoeboiden, Myxomyceten, Rhizopoden u. s. w., kurz alle die niederen Organismen, die wir in dem zwischen Thier- und Pflanzenreich stehenden Protistenreich aufführen werden, pflanzen sich ausschließlich auf ungeschlechtlichem Wege fort! Und zu diesen gehört eine der formenreichsten Organismenklassen, ja sogar in gewisser Beziehung die formenreichste von allen, indem alle möglichen geometrischen Grundformen in ihr verkörpert sind. Das ist die wunderbare Klasse der Rhizopoden oder Wurzelfüßer, zu welcher die kalkschaligen Acyttarien und die kieselschaligen Radiolarien gehören. (Vergl. den XVI. Vortrag.)

Auf alle diese ungeschlechtlichen Organismen würde also selbst-

Digitized by Google

verständlich die Wagner'sche Theorie gar nicht anwendbar sein. Dasselbe würde aber ferner auch von allen jenen Zwittern oder Hermaphroditen gelten, bei denen jedes Individuum, im Besitze von männlichen und weiblichen Organen, der Selbstbefruchtung fähig ist. Das ist z. B. bei den Strudelwürmern, Saugwürmern und Bandwürmern, wie überhaupt bei sehr vielen Würmern der Fall, ferner bei den wichtigen Manteltieren, den wirbellosen Verwandten der Wirbeltiere, und bei sehr vielen anderen Organismen aus verschiedenen Gruppen. Viele von diesen Arten sind durch natürliche Züchtung entstanden, ohne daß eine „Kreuzung" der entstehenden Species mit ihrer Stammform überhaupt möglich war.

Wie ich schon im achten Vortrage Ihnen zeigte, ist die Entstehung der beiden Geschlechter und somit die ganze geschlechtliche Fortpflanzung überhaupt als ein Vorgang aufzufassen, der erst in späterer Zeit der organischen Erdgeschichte in Folge von Differenzirung oder Arbeitstheilung eingetreten ist. Die ältesten Organismen der Erde können sich jedenfalls nur auf dem einfachsten ungeschlechtlichen Wege fortgepflanzt haben. Selbst jetzt noch vermehren sich alle Protisten, ebenso wie alle die zahllosen Zellenformen, welche den Körper der höheren Organismen zusammensetzen, nur durch ungeschlechtliche Zeugung. Und doch entstehen hier überall durch Differenzirung in Folge von natürlicher Züchtung „neue Arten".

Aber selbst wenn wir bloß die Thier- und Pflanzenarten mit getrennten Geschlechtern hier in Betracht ziehen wollten, so würden wir doch auch für diese Wagner's Hauptsatz, daß „die Migration der Organismen und deren Coloniebildung die nothwendige Bedingung der natürlichen Zuchtwahl seien," bestreiten müssen. Schon August Weismann hat in seinem Vortrage „Ueber die Berechtigung der Darwinschen Theorie" (1868) jenen Satz hinreichend widerlegt und gezeigt, daß auch in einem und demselben Wohnbezirke eine Species sich in mehrere Arten durch natürliche Züchtung spalten kann. Indem ich mich diesen Bemerkungen anschließe, möchte ich aber noch besonders den hohen Werth noch-

mals hervorheben, den die Arbeitstheilung oder Differenzirung, als die nothwendige Folge der natürlichen Züchtung besitzt. Alle die verschiedenen Zellenarten, die den Körper der höheren Organismen zusammensetzen, die Nervenzellen, Muskelzellen, Drüsenzellen u. s. w., alle diese „guten Arten", diese „bonae species" von Elementarorganismen, sind bloß durch Arbeitstheilung in Folge natürlicher Züchtung entstanden, trotzdem sie nicht nur niemals räumlich isolirt, sondern sogar seit ihrer Entstehung immer im engsten räumlichen Verbande neben einander existirt haben. Dasselbe aber, was von diesen Elementarorganismen oder „Individuen erster Ordnung" gilt, das gilt auch von den vielzelligen Organismen höherer Ordnung, die als „gute Arten" erst später aus ihrer Zusammensetzung entstanden sind [37]).

Wir sind demnach zwar mit Darwin und Wallace der Ansicht, daß die Wanderung der Organismen und ihre Isolirung in der neuen Heimath eine sehr günstige und vortheilhafte Bedingung für die Entstehung neuer Arten ist. Daß sie aber dafür eine nothwendige Bedingung sei, und daß ohne dieselbe keine neuen Arten entstehen können, wie Wagner behauptet, können wir nicht zugeben. Wenn Wagner diese Ansicht, „daß die Migration die nothwendige Bedingung der natürlichen Zuchtwahl sei", als ein besonderes „Migrationsgesetz" aufstellt, so halten wir dasselbe durch die angeführten Thatsachen für widerlegt. Wir haben überdies schon früher gezeigt, daß eigentlich die Entstehung neuer Arten durch natürliche Züchtung eine mathematische und logische Nothwendigkeit ist, welche ohne Weiteres aus der einfachen Verbindung von drei großen Thatsachen folgt. Diese drei fundamentalen Thatsachen sind: der Kampf um's Dasein, die Anpassungsfähigkeit und die Vererbungsfähigkeit der Organismen (vergl. S. 151).

Auf die zahlreichen interessanten Erscheinungen, welche die geographische und topographische Verbreitung der Organismenarten im Einzelnen darbietet, und welche sich alle wunderschön aus der Theorie der Selection und Migration erklären, können wir hier nicht ein-

Digitized by Google

geben. Ich verweise Sie in dieser Beziehung auf die angeführten Schriften von Darwin[1], Wallace[36] und Moritz Wagner[40], in denen die wichtige Lehre von den Verbreitungsschranken, den Flüssen, Meeren und Gebirgen, vortrefflich erörtert und durch zahlreiche Beispiele erläutert ist. Nur drei Erscheinungen mögen noch wegen ihrer besonderen Bedeutung hier namentlich hervorgehoben werden. Das ist erstens die nahe Formverwandtschaft, die auffallende „Familienähnlichkeit", welche zwischen den charakteristischen Localformen jedes Erdtheils und ihren ausgestorbenen, fossilen Vorfahren in demselben Erdtheil existirt; — zweitens die nicht minder auffallende „Familienähnlichkeit" zwischen den Bewohnern von Inselgruppen und denjenigen des nächst angrenzenden Festlandes, von welchem aus die Inseln bevölkert wurden; — und endlich drittens der ganz eigenthümliche Charakter, welchen die Flora und Fauna der Inseln überhaupt in ihrer Zusammensetzung zeigt.

Alle diese von Darwin, Wallace und Wagner angeführten chorologischen Thatsachen, namentlich die merkwürdigen Erscheinungen der beschränkten Local-Faunen und Floren, die Verhältnisse der Inselbewohner zu den Festlandbevölkerungen, die weite Verbreitung der sogenannten „kosmopolitischen Species", die nahe Verwandtschaft localer Species der Gegenwart mit den ausgestorbenen Arten desselben beschränkten Gebietes, die nachweisliche Ausstrahlung jeder Art von einem einzigen Schöpfungsmittelpunkte — alle diese und alle übrigen Erscheinungen, welche uns die geographische und topographische Verbreitung der Organismen darbietet, erklären sich einfach und vollständig aus der Selections- und Migrationstheorie, während sie ohne dieselbe überhaupt nicht zu begreifen sind. Wir erblicken daher in allen diesen Erscheinungsreihen einen neuen gewichtigen Beweis für die Wahrheit der Descendenztheorie.

Fünfzehnter Vortrag.

Schöpfungsperioden und Schöpfungsurkunden.

Reform der Systematik durch die Descendenztheorie. Das natürliche System als Stammbaum. Paläontologische Urkunden des Stammbaumes. Die Versteinerungen als Denkmünzen der Schöpfung. Ablagerung der neptunischen Schichten und Einschluß der organischen Reste. Eintheilung der organischen Erdgeschichte in fünf Hauptperioden: Zeitalter der Tangwälder, Farnwälder, Nadelwälder, Laubwälder und Culturwälder. System der neptunischen Schichten. Unermeßliche Dauer der während ihrer Bildung verflossenen Zeiträume. Ablagerung der Schichten nur während der Senkung, nicht während der Hebung des Bodens. Andere Lücken der Schöpfungsurkunde. Metamorphischer Zustand der ältesten neptunischen Schichten. Geringe Ausdehnung der paläontologischen Erfahrungen. Geringer Bruchtheil der versteinerungsfähigen Organismen und organischen Körpertheile. Seltenheit vieler versteinerten Arten. Mangel fossiler Zwischenformen. Die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Meine Herren! Von dem umgestaltenden Einfluß, welchen die Abstammungslehre auf alle Wissenschaften ausüben muß, wird wahrscheinlich nächst der Anthropologie kein anderer Wissenschaftszweig so sehr betroffen werden, als der beschreibende Theil der Naturgeschichte, die systematische Zoologie und Botanik. Die meisten Naturforscher, die sich bisher mit der Systematik der Thiere und Pflanzen beschäftigten, sammelten, benannten und ordneten die verschiedenen Arten dieser Naturkörper mit einem ähnlichen Interesse, wie die Alterthumsforscher und Ethnographen die Waffen und Geräthschaften der verschiedenen Völker sammeln. Viele erhoben sich selbst nicht über denjenigen Grad

Digitized by Google

der Wißbegierde, mit dem man Wappen, Briefmarken und ähnliche Curioſitäten zu ſammeln, zu etikettiren und zu ordnen pflegt. In ähnlicher Weiſe wie dieſe Sammler an der Formenmannichfaltigkeit, Schönheit oder Seltſamkeit der Wappen, Briefmarken u. ſ. w. ihre Freude finden, und dabei die erfinderiſche Bildungskunſt der Menſchen bewundern, in ähnlicher Weiſe ergötzen ſich die meiſten Naturforſcher an den mannichfaltigen Formen der Thiere und Pflanzen, und erſtaunen über die reiche Phantaſie des Schöpfers, über ſeine unermüdliche Schöpfungsthätigkeit und über die ſeltſame Laune, in welcher er neben ſo vielen ſchönen und nützlichen Organismen auch eine Anzahl häßlicher und unnützer Formen gebildet habe.

Dieſe kindliche Behandlung der ſyſtematiſchen Zoologie und Botanik wird durch die Abſtammungslehre gründlich vernichtet. An die Stelle des oberflächlichen und ſpielenden Intereſſes, mit welchem die Meiſten bisher die organiſchen Geſtalten betrachteten, tritt das weit höhere Intereſſe des erkennenden Verſtandes, welcher in der Formverwandtſchaft der Organismen ihre wahre Blutsverwandtſchaft erblickt. Das natürliche Syſtem der Thiere und Pflanzen, welches man früher entweder nur als Namenregiſter zur überſichtlichen Ordnung der verſchiedenen Formen oder als Sachregiſter zum kurzen Ausdruck ihres Aehnlichkeitsgrades ſchätzte, erhält durch die Abſtammungslehre den ungleich höheren Werth eines wahren Stammbaumes der Organismen. Dieſe Stammtafel ſoll uns den genealogiſchen Zuſammenhang der kleineren und größeren Gruppen enthüllen. Sie muß zu zeigen verſuchen, in welcher Weiſe die verſchiedenen Klaſſen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten des Thier- und Pflanzenreichs, den verſchiedenen Zweigen, Aeſten und Aſtgruppen ihres Stammbaums entſprechen. Jede weitere und höher ſtehende Kategorie oder Gruppenſtufe des Syſtems (z. B. Klaſſe, Ordnung) umfaßt eine Anzahl von größeren und ſtärkeren Zweigen des Stammbaums, jede engere und tiefer ſtehende Kategorie (z. B. Gattung, Art) nur eine kleinere und ſchwächere Gruppe von Aeſtchen. Nur wenn wir in dieſer Weiſe das natür-

liche System als Stammbaum betrachten, können wir den wahren Werth desselben erkennen. (Gen. Morph. II, S. XVII, 397.)

Indem wir an dieser genealogischen Auffassung des organischen Systems, welcher ohne Zweifel allein die Zukunft gehört, festhalten, können wir uns jetzt zu einer der wesentlichsten, aber auch schwierigsten Aufgaben der „natürlichen Schöpfungsgeschichte" wenden, nämlich zur wirklichen Construction der organischen Stammbäume. Lassen Sie uns sehen, wie weit wir vielleicht schon jetzt im Stande sind, alle verschiedenen organischen Formen als die divergenten Nachkommen einer einzigen oder einiger wenigen gemeinschaftlichen Stammformen nachzuweisen. Wie können wir uns aber den wirklichen Stammbaum der thierischen und pflanzlichen Formengruppen aus den dürftigen und fragmentarischen bis jetzt darüber gewonnenen Erfahrungen construiren? Die Antwort hierauf liegt schon zum Theil in demjenigen, was wir früher über den Parallelismus der drei Entwickelungsreihen bemerkt haben, über den wichtigen ursächlichen Zusammenhang, welcher die paläontologische Entwickelung der ganzen organischen Stämme mit der embryologischen Entwickelung der Individuen und mit der systematischen Entwickelung der Gruppenstufen verbindet.

Zunächst werden wir uns zur Lösung dieser schwierigen Aufgabe an die Paläontologie oder Versteinerungskunde zu wenden haben. Denn wenn wirklich die Descendenztheorie wahr ist, wenn wirklich die versteinerten Reste der vormals lebenden Thiere und Pflanzen von den ausgestorbenen Urahnen und Vorfahren der jetzigen Organismen herrühren, so müßte uns eigentlich ohne Weiteres die Kenntniß und Vergleichung der Versteinerungen den Stammbaum der Organismen aufdecken. So einfach und einleuchtend nach dem theoretisch entwickelten Princip Ihnen dies erscheinen wird, so außerordentlich schwierig und verwickelt gestaltet sich die Aufgabe, wenn man sie wirklich in Angriff nimmt. Ihre praktische Lösung würde schon sehr schwierig sein, wenn die Versteinerungen einigermaßen vollständig erhalten wären. Das ist aber keineswegs der

Fall. Vielmehr iſt die handgreifliche Schöpfungsurkunde, welche in den Verſteinerungen begraben liegt, über alle Maaßen unvollſtändig. Daher erſcheint es jetzt vor Allem nothwendig, dieſe Urkunde kritiſch zu prüfen, und den Werth, welchen die Verſteinerungen für die Entwickelungsgeſchichte der organiſchen Stämme beſitzen, zu beſtimmen. Da ich Ihnen die allgemeine Bedeutung der Verſteinerungen als „Denkmünzen der Schöpfung" bereits früher erörtert habe, als wir Cuvier's Verdienſte um die Petrefactenkunde betrachteten, ſo können wir jetzt ſogleich zur Unterſuchung der Bedingungen und Verhältniſſe übergehen, unter denen die organiſchen Körperreſte verſteinert und in mehr oder weniger kenntlicher Form erhalten wurden.

In der Regel finden wir Verſteinerungen oder Petrefacten nur in denjenigen Geſteinen eingeſchloſſen, welche ſchichtenweiſe als Schlamm im Waſſer abgelagert wurden, und welche man deshalb neptuniſche, geſchichtete oder ſedimentäre Geſteine nennt. Die Ablagerung ſolcher Schichten konnte natürlich erſt beginnen, nachdem im Verlaufe der Erdgeſchichte die Verdichtung des Waſſerdampfes zu tropfbarflüſſigem Waſſer erfolgt war. Seit dieſem Zeitpunkt, welchen wir im letzten Vortrage bereits betrachtet hatten, begann nicht allein das Leben auf der Erde, ſondern auch eine ununterbrochene und höchſt wichtige Umgeſtaltung der erſtarrten anorganiſchen Erdrinde. Das Waſſer begann ſeitdem jene außerordentlich wichtige mechaniſche Wirkſamkeit, durch welche die Erdoberfläche fortwährend, wenn auch langſam, umgeſtaltet wird. Ich darf wohl als bekannt vorausſetzen, welchen außerordentlich bedeutenden Einfluß in dieſer Beziehung noch jetzt das Waſſer in jedem Augenblick ausübt. Indem es als Regen niederfällt, die oberſten Schichten der Erdrinde durchſickert und von den Erhöhungen in die Vertiefungen herabfließt, löſt es verſchiedene mineraliſche Beſtandtheile des Bodens chemiſch auf und ſpült mechaniſch die locker zuſammenhängenden Theilchen ab. An den Bergen herabfließend führt das Waſſer den Schutt derſelben in die Ebene oder lagert ihn als Schlamm im ſtehenden

Waſſer ab. So arbeitet es beſtändig an einer Erniedrigung der Berge und Ausfüllung der Thäler. Ebenſo arbeitet die Brandung des Meeres ununterbrochen an der Zerſtörung der Küſten und an der Auffüllung des Meeresbodens durch die herabgeſchlämmten Trümmer. So würde ſchon die Thätigkeit des Waſſers allein, wenn ſie nicht durch andere Umſtände wieder aufgewogen würde, mit der Zeit die ganze Erde nivelliren. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Gebirgsmaſſen, welche alljährlich als Schlamm dem Meere zugeführt werden und ſich auf deſſen Boden abſetzen, ſo bedeutend ſind, daß im Verlauf einer längeren oder kürzeren Periode, vielleicht von wenigen Millionen Jahren, die Erdoberfläche vollkommen geebnet und von einer zuſammenhängenden Waſſerſchale umſchloſſen werden würde. Daß dies nicht geſchieht, verdanken wir der fortdauernden vulkaniſchen und plutoniſchen Gegenwirkung des feurigflüſſigen Erdinnern. Dieſe Reaction des geſchmolzenen Kerns gegen die feſte Rinde bedingt ununterbrochen wechſelnde Hebungen und Senkungen an den verſchiedenſten Stellen der Erdoberfläche. Meiſtens geſchehen dieſe Hebungen und Senkungen ſehr langſam und allmählich; allein indem ſie Jahrtauſende hindurch fortdauern, bringen ſie durch Summirung der kleinen Einzelwirkungen nicht minder großartige Reſultate hervor, wie die entgegenwirkende und nivellirende Thätigkeit des Waſſers.

Indem die Hebungen und Senkungen der verſchiedenen Erdtheile im Laufe von Jahrmillionen vielfach mit einander wechſeln, kömmt bald dieſer bald jener Theil der Erdoberfläche über oder unter den Spiegel des Meeres. Beiſpiele dafür habe ich ſchon in dem vorhergehenden Vortrage angeführt (S. 321). Es giebt wahrſcheinlich keinen Oberflächentheil der Erdrinde, der nicht in Folge deſſen ſchon wiederholt über und unter dem Meeresſpiegel geweſen wäre. Durch dieſen vielfachen Wechſel erklärt ſich die Mannichfaltigkeit und die verſchiedenartige Zuſammenſetzung der zahlreichen neptuniſchen Geſteinsſchichten, welche ſich an den meiſten Stellen in beträchtlicher Dicke über einander abgelagert haben. In den verſchiedenen Geſchichtsperioden, während

deren die Ablagerung ſtatt fand, lebte eine mannichfach verſchiedene Bevölkerung von Thieren und Pflanzen. Wenn die Leichen derſelben auf den Boden der Gewäſſer herabſanken, drückten ſie ihre Körperform in dem weichen Schlamme ab, und unverwesliche Theile, harte Knochen, Zähne, Schalen u. ſ. w. wurden unzerſtört in demſelben eingeſchloſſen. Sie blieben in dem Schlamm, der ſich zu neptuniſchem Geſtein verdichtete, erhalten, und dienten nun als Verſteinerungen zur Charakteriſtik der betreffenden Schichten. Durch ſorgfältige Vergleichung der verſchiedenen über einander gelagerten Schichten und der in ihnen enthaltenen Verſteinerungen iſt es ſo möglich geworden, ſowohl das relative Alter der Schichten und Schichtengruppen zu beſtimmen, als auch die Hauptmomente der Phylogenie oder der Entwickelungsgeſchichte der Thier- und Pflanzenſtämme empiriſch feſtzuſtellen.

Die verſchiedenen über einander abgelagerten Schichten der neptuniſchen Geſteine, welche in ſehr mannichfaltiger Weiſe aus Kalk, Thon und Sand zuſammengeſetzt ſind, haben die Geologen gruppenweiſe in ein ideales Syſtem zuſammengeſtellt, welches dem ganzen Zuſammenhang der organiſchen Erdgeſchichte entſpricht, d. h. desjenigen Theiles der Erdgeſchichte, während deſſen organiſches Leben exiſtirte. Wie die ſogenannte „Weltgeſchichte" in größere und kleinere Perioden zerfällt, welche durch den zeitweiligen Entwickelungszuſtand der bedeutendſten Völker charakteriſirt und durch hervorragende Ereigniſſe von einander abgegrenzt werden, ſo theilen wir auch die unendlich längere organiſche Erdgeſchichte in eine Reihe von größeren oder kleineren Perioden ein. Jede dieſer Perioden iſt durch eine charakteriſtiſche Flora und Fauna, durch die beſonders ſtarke Entwickelung einer beſtimmten Pflanzen- oder Thiergruppe ausgezeichnet, und jede iſt von der vorhergehenden und folgenden Periode durch einen auffallenden theilweiſen Wechſel in der Zuſammenſetzung der Thier- und Pflanzenbevölkerung getrennt.

Für die nachfolgende Ueberſicht des hiſtoriſchen Entwickelungsganges, den die großen Thier- und Pflanzenſtämme genommen haben, iſt es nothwendig, zunächſt hier die ſyſtematiſche Claſſification

der neptunischen Schichtengruppen und der denselben entsprechenden größeren und kleineren Geschichtsperioden anzugeben. Wie Sie sogleich sehen werden, sind wir im Stande, die ganze Masse der über einanderliegenden Sedimentgesteine in fünf oberste Hauptgruppen oder Terrains, jedes Terrain in mehrere untergeordnete Schichtengruppen oder Systeme und jedes System von Schichten wiederum in noch kleinere Gruppen oder Formationen einzutheilen; endlich kann auch jede Formation wieder in Etagen oder Unterformationen, und jede von diesen wiederum in noch kleinere Lagen, Bänke u. s. w. eingetheilt werden. Jedes der fünf großen Terrains wurde während eines großen Hauptabschnittes der Erdgeschichte, während eines Zeitalters abgelagert; jedes System während einer kürzeren Periode, jede Formation während einer noch kürzeren Epoche u. s. w. Indem wir so die Zeiträume der organischen Erdgeschichte und die während derselben abgelagerten neptunischen und versteinerungsführenden Erdschichten in ein gegliedertes System bringen, verfahren wir genau wie die Historiker, welche die Völkergeschichte in die drei Hauptabschnitte des Alterthums, des Mittelalters und der Neuzeit, und jeden dieser Abschnitte wieder in untergeordnete Perioden und Epochen eintheilen. Wie aber der Historiker durch diese scharfe systematische Eintheilung und durch die bestimmte Abgrenzung der Perioden durch einzelne Jahreszahlen nur die Uebersicht erleichtern und keineswegs den ununterbrochenen Zusammenhang der Ereignisse und der Völkerentwickelung leugnen will, so gilt ganz dasselbe auch von unserer systematischen Eintheilung, Specification oder Classification der organischen Erdgeschichte. Auch hier geht der rothe Faden der zusammenhängenden Entwickelung überall ununterbrochen hindurch. Wir verwahren uns also ausdrücklich gegen die Anschauung, als wollten wir durch unsere scharfe Abgrenzung der größeren und kleineren Schichtengruppen und der ihnen entsprechenden Zeiträume irgendwie an Cuvier's Lehre von den Erdrevolutionen und von den wiederholten Neuschöpfungen der organischen Bevölkerung anknüpfen. Daß diese irrige

Lehre durch Lyell längſt gründlich widerlegt iſt, habe ich Ihnen bereits früher gezeigt. (Vergl. S. 113.)

Die fünf großen Hauptabſchnitte der organiſchen Erdgeſchichte oder der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte bezeichnen wir als primordiales, primäres, ſecundäres, tertiäres und quartäres Zeitalter. Jedes iſt durch die vorwiegende Entwickelung beſtimmter Thier- und Pflanzengruppen in demſelben beſtimmt charakteriſirt, und wir könnten demnach auch die fünf Zeitalter einerſeits durch die natürlichen Hauptgruppen des Pflanzenreichs, andererſeits durch die verſchiedenen Klaſſen des Wirbelthierſtammes anſchaulich bezeichnen. Dann wäre das erſte oder primordiale Zeitalter dasjenige der Tange und Schädelloſen, das zweite oder primäre Zeitalter das der Farne und Fiſche, das dritte oder ſecundäre Zeitalter das der Nadelwälder und Schleicher, das vierte oder tertiäre Zeitalter das der Laubwälder und Säugethiere, endlich das fünfte oder quartäre Zeitalter dasjenige des Menſchen und ſeiner Cultur. Die Abſchnitte oder Perioden, welche wir in jedem der fünf Zeitalter unterſcheiden (S. 344), werden durch die verſchiedenen Syſteme von Schichten beſtimmt, in die jedes der fünf großen Terrains zerfällt (S. 345). Laſſen Sie uns jetzt noch einen flüchtigen Blick auf die Reihe dieſer Syſteme und zugleich auf die Bevölkerung der fünf großen Zeitalter werfen.

Den erſten und längſten Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte bildet die Primordialzeit oder das Zeitalter der Tangwälder, das auch das archolithiſche oder archozoiſche Zeitalter genannt werden kann. Es umfaßt den ungeheuren Zeitraum von der erſten Urzeugung, von der Entſtehung des erſten irdiſchen Organismus, bis zum Ende der ſiluriſchen Schichtenbildung. Während dieſes unermeßlichen Zeitraums, welcher wahrſcheinlich viel länger war, als alle übrigen vier Zeiträume zuſammengenommen, lagerten ſich die drei mächtigſten von allen neptuniſchen Schichtenſyſtemen ab, nämlich zu unterſt das laurentiſche, darüber das cambriſche und darüber das ſiluriſche Syſtem. Die ungefähre Dicke oder Mächtigkeit dieſer drei Syſteme zuſammengenommen beträgt ſiebzigtauſend

Fuß. Davon kommen ungefähr 30,000 auf das laurentiſche, 18,000 auf das cambriſche und 22,000 auf das ſiluriſche Syſtem. Die durchſchnittliche Mächtigkeit aller vier übrigen Terrains, des primären, ſecundären, tertiären und quartären zuſammengenommen, mag dagegen etwa höchſtens 60,000 Fuß betragen, und ſchon hieraus, abgeſehen von vielen anderen Gründen, ergiebt ſich, daß die Dauer der Primordialzeit wahrſcheinlich viel länger war, als die Dauer der folgenden Zeitalter bis zur Gegenwart zuſammengenommen. Viele Millionen von Jahrtauſenden müſſen zur Ablagerung ſolcher Schichtenmaſſen erforderlich geweſen ſein. Leider befindet ſich der bei weitem größte Theil der primordialen Schichtengruppen in dem ſogleich zu erörternden metamorphiſchen Zuſtande, und dadurch ſind die in ihnen enthaltenen Verſteinerungen, die älteſten und wichtigſten von allen, größtentheils zerſtört und unkenntlich geworden. Nur aus einem Theile der cambriſchen und ſiluriſchen Schichten ſind Petrefacten in größerer Menge und in kenntlichem Zuſtande erhalten worden. Die älteſte von allen deutlich erhaltenen Verſteinerungen, das ſpäter noch zu beſchreibende „kanadiſche Morgenweſen" (Eozoon canadense) iſt in den unterſten laurentiſchen Schichten (in der Ottawaformation) gefunden worden.

Trotzdem die primordialen oder archolithiſchen Verſteinerungen uns nur zum bei weitem kleinſten Theile in kenntlichem Zuſtande erhalten ſind, beſitzen dieſelben dennoch den Werth unſchätzbarer Documente für dieſe älteſte und dunkelſte Zeit der organiſchen Erdgeſchichte. Zunächſt ſcheint daraus hervorzugehen, daß während dieſes ganzen ungeheuren Zeitraums nur Waſſerbewohner exiſtirten. Wenigſtens iſt bis jetzt unter allen archolithiſchen Petrefacten noch kein einziges gefunden worden, welches man mit Sicherheit auf einen landbewohnenden Organismus beziehen könnte. Alle Pflanzenreſte, die wir aus der Primordialzeit beſitzen, gehören zu der niedrigſten von allen Pflanzengruppen, zu der im Waſſer lebenden Klaſſe der Tange oder Algen. Dieſe bildeten in dem warmen Urmeere der Primordialzeit mächtige Wälder, von deren Formenreichthum und Dichtigkeit uns

noch heutigen Tages ihre Epigonen, die Tangwälder des atlantiſchen Sargaſſomeeres, eine ungefähre Vorſtellung geben mögen. Die coloſſalen Tangwälder der archolitiſchen Zeit erſetzten damals die noch gänzlich fehlende Waldvegetation des Feſtlandes. Gleich den Pflanzen lebten auch alle Thiere, von denen man Reſte in den archolithiſchen Schichten gefunden hat, im Waſſer. Von den Gliederfüßern finden ſich nur Krebsthiere, noch keine Spinnen und Inſecten. Von den Wirbelthieren ſind nur ſehr wenige Fiſchreſte bekannt, welche ſich in den jüngſten von allen primordialen Schichten, in der oberen Silurformation vorfinden. Dagegen müſſen die kopfloſen Wirbelthiere, welche wir Schädelloſe oder Akranien nennen, und aus denen ſich die Fiſche erſt entwickeln konnten, maſſenhaft während der Primordialzeit gelebt haben. Daher können wir ſie ſowohl nach den Schädelloſen als nach den Tangen benennen.

Die Primärzeit oder das Zeitalter der Farnwälder, der zweite Hauptabſchnitt der organiſchen Erdgeſchichte, welchen man auch das paläolithiſche oder paläozoiſche Zeitalter nennt, dauerte vom Ende der ſiluriſchen Schichtenbildung bis zum Ende der permiſchen Schichtenbildung. Auch dieſer Zeitraum war von ſehr langer Dauer und zerfällt wiederum in drei Perioden, während deren ſich drei mächtige Schichtenſyſteme ablagerten, nämlich zu unterſt das devoniſche Syſtem oder der alte rothe Sandſtein, darüber das carboniſche oder Steinkohlenſyſtem, und darüber das permiſche Syſtem oder der neue rothe Sandſtein und der Zechſtein. Die durchſchnittliche Dicke dieſer drei Syſteme zuſammengenommen mag etwa 42,000 Fuß betragen, woraus ſich ſchon die ungeheure Länge der für ihre Bildung erforderlichen Zeiträume ergiebt.

Die devoniſchen und permiſchen Formationen ſind vorzüglich reich an Fiſchreſten, ſowohl an Urfiſchen, als an Schmelzfiſchen. Aber noch fehlen in der primären Zeit gänzlich die Knochenfiſche. In der Steinkohle finden ſich die älteſten Reſte von landbewohnenden Thieren, und zwar ſowohl Gliederthieren (Spinnen und Inſecten) als Wirbelthieren (Amphibien). Im permiſchen Syſtem kommen zu den Am-

phibien noch die höher entwickelten Schleicher oder Reptilien, und zwar unſeren Eidechſen nahverwandte Formen (Proterosaurus ꝛc.). Trotzdem können wir das primäre Zeitalter das der Fiſche nennen, weil dieſe wenigen Amphibien und Reptilien ganz gegen die ungeheure Menge der paläolithiſchen Fiſche zurücktreten. Ebenſo wie die Fiſche unter den Wirbelthieren, ſo herrſchen unter den Pflanzen während dieſes Zeitraums die Farnpflanzen oder Filicinen vor, und zwar ſowohl echte Farnkräuter und Farnbäume (Laubfarne oder Phyllopteriden) als Schaftfarne (Calamophyten) und Schuppenfarne (Lepidophyten). Dieſe landbewohnenden Farne oder Filicinen bildeten die Hauptmaſſe der dichten paläolithiſchen Inſelwälder, deren foſſile Reſte uns in den ungeheuer mächtigen Steinkohlenlagern des carboniſchen Syſtems, und in den ſchwächeren Kohlenlagern des deboniſchen und permiſchen Syſtems erhalten ſind. Sie berechtigen uns, die Primärzeit eben ſowohl das Zeitalter der Farne, als das der Fiſche zu nennen.

Der dritte große Hauptabſchnitt der paläontologiſchen Entwickelungsgeſchichte wird durch die Secundärzeit oder das Zeitalter der Nadelwälder gebildet, welches auch das meſolithiſche oder meſozoiſche Zeitalter genannt wird. Es reicht vom Ende der permiſchen Schichtenbildung bis zum Ende der Kreideſchichtenbildung, und zerfällt abermals in drei große Perioden. Die währenddeſſen abgelagerten Schichtenſyſteme ſind zu unterſt das Triasſyſtem, in der Mitte das Juraſyſtem, und zu oberſt das Kreideſyſtem. Die durchſchnittliche Dicke dieſer drei Syſteme zuſammengenommen bleibt ſchon weit hinter derjenigen der primären Syſteme zurück und beträgt im Ganzen nur ungefähr 15,000 Fuß. Die Secundärzeit wird demnach wahrſcheinlich nicht halb ſo lang als die Primärzeit geweſen ſein.

Wie in der Primärzeit die Fiſche, ſo herrſchen in der Secundärzeit die Schleicher oder Reptilien über alle übrigen Wirbelthiere vor. Zwar entſtanden während dieſes Zeitraums die erſten Vögel und Säugethiere; auch lebten damals wichtige Amphibien, nämlich die rieſigen Labyrinthodonten; im Meere ſchwammen die

Ueberſicht

der paläontologiſchen Perioden oder der größeren Zeitabſchnitte der organiſchen Erdgeſchichte.

I. Erſter Zeitraum: **Archolithiſches Zeitalter.** Primordial-Zeit.

(Zeitalter der Schädelloſen und der Tangwälder.)

1. Aeltere Primordialzeit	oder	Laurentiſche Periode.
2. Mittlere Primordialzeit	=	Cambriſche Periode.
3. Neuere Primordialzeit	=	Siluriſche Periode.

II. Zweiter Zeitraum: **Paläolithiſches Zeitalter.** Primär-Zeit.

(Zeitalter der Fiſche und der Farnwälder.)

4. Aeltere Primärzeit	oder	Devoniſche Periode.
5. Mittlere Primärzeit	=	Steinkohlen-Periode.
6. Neuere Primärzeit	=	Permiſche Periode.

III. Dritter Zeitraum: **Meſolithiſches Zeitalter.** Secundär-Zeit.

(Zeitalter der Reptilien und der Nadelwälder.)

7. Aeltere Secundärzeit	oder	Trias-Periode.
8. Mittlere Secundärzeit	=	Jura-Periode.
9. Neuere Secundärzeit	=	Kreide-Periode.

IV. Vierter Zeitraum; **Cenolithiſches Zeitalter.** Tertiär-Zeit.

(Zeitalter der Säugethiere und der Laubwälder.)

10. Aeltere Tertiärzeit	oder	Eocene Periode.
11. Mittlere Tertiärzeit	=	Miocene Periode.
12. Neuere Tertiärzeit	=	Pliocene Periode.

V. Fünfter Zeitraum: **Anthropolithiſches Zeitalter.** Quartär-Zeit.

(Zeitalter der Menſchen und der Culturwälder.)

13. Aeltere Quartärzeit	oder	Eiszeit. Glaciale Periode.
14. Mittlere Quartärzeit	=	Poſtglaciale Periode.
15. Neuere Quartärzeit	=	Cultur-Periode.

(Die Culturperiode iſt die hiſtoriſche Zeit oder die Periode der Ueberlieferungen.)

Ueberſicht

der paläontologiſchen Formationen oder der verſteinerungsführenden Schichten der Erdrinde.

Terrains	Syſteme	Formationen	Synonyme der Formationen
V. Quartäre Terrains oder anthropolithiſche (anthropozoiſche) Schichtengruppen	XIV. Recent (Alluvium)	36. Praeſent	Oberalluviale
		35. Recent	Unteralluviale
	XIII. Pleiſtocen (Diluvium)	34. Poſtglacial	Oberdiluviale
		33. Glacial	Unterdiluviale
IV. Tertiäre Terrains oder cenolithiſche (cenozoiſche) Schichtengruppen	XII. Pliocen (Neutertiär)	32. Arvern	Oberpliocene
		31. Subapennin	Unterpliocene
	XI. Miocen (Mitteltertiär)	30. Falun	Obermiocene
		29. Limburg	Untermiocene
	X. Eocen (Alttertiär)	28. Gyps	Obereocene
		27. Grobkalk	Mitteleocene
		26. Londonthon	Untereocene
III. Secundäre Terrains oder meſolithiſche (meſozoiſche) Schichtengruppen	IX. Kreide	25. Weißkreide	Oberkreide
		24. Grünſand	Mittelkreide
		23. Neocom	Unterkreide
		22. Wealden	Wälderformation
	VIII. Jura	21. Portland	Oberoolith
		20. Orford	Mitteloolith
		19. Bath	Unteroolith
		18. Lias	Liasformation
	VII. Trias	17. Keuper	Obertrias
		16. Muſchelkalk	Mitteltrias
		15. Buntſand	Untertrias
II. Primäre Terrains oder paläolithiſche (paläozoiſche) Schichtengruppen	VI. Permiſches (Neurothſand)	14. Zechſtein	Oberpermiſche
		13. Neurothſand	Unterpermiſche
	V. Carboniſches (Steinkohle)	12. Kohlenſand	Obercarboniſche
		11. Kohlenkalk	Untercarboniſche
	IV. Devoniſches (Altrothſand)	10. Plion	Oberdevoniſche
		9. Ilfracombe	Mitteldevoniſche
		8. Linton	Unterdevoniſche
I Primordiale Terrains oder archolithiſche (archozoiſche) Schichtengruppen	III. Siluriſches	7. Ludlow	Oberſiluriſche
		6. Landovery	Mittelſiluriſche
		5. Landello	Unterſiluriſche
	II. Cambriſches	4. Potsdam	Obercambriſche
		3. Longmynd	Untercambriſche
	I. Laurentiſches	2. Labrador	Oberlaurentiſche
		1. Ottawa	Unterlaurentiſche.

wunderbaren Seedrachen oder Halisaurier umher, und zu den zahlreich vorhandenen Urfischen und Schmelzfischen der älteren Zeit gesellten sich die ersten Knochenfische. Allein die ganz charakteristische und überwiegende Wirbelthierklasse der Secundärzeit bildeten die höchst mannichfaltig entwickelten Reptilien. Neben solchen Schleichern, welche den heute noch lebenden Eidechsen, Krokodilen und Schildkröten sehr nahe standen, wimmelte es in der mesolithischen Zeit überall von abenteuerlich gestalteten Drachen. Insbesondere sind die merkwürdigen fliegenden Eidechsen oder Pterosaurier und die colossalen Landdrachen oder Dinosaurier der Secundärzeit ganz eigenthümlich, da sie weder vorher noch nachher lebten. Wie man demgemäß die Secundärzeit das Zeitalter der Schleicher oder Reptilien nennen könnte, so könnte sie andrerseits auch das Zeitalter der Nadelwälder, oder genauer der Gymnospermen oder Nacktsamenpflanzen heißen. Denn diese Pflanzengruppe, vorzugsweise durch die beiden wichtigen Klassen der Nadelhölzer oder Coniferen und der Palmfarne oder Cycadeen vertreten, setzte während der Secundärzeit ganz überwiegend den Bestand der Wälder zusammen. Die farnartigen Pflanzen traten dagegen zurück und die Laubhölzer entwickelten sich erst gegen Ende des Zeitalters, in der Kreidezeit.

Viel kürzer und weniger eigenthümlich als diese drei ersten Zeitalter war der vierte Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte, die Tertiärzeit oder das Zeitalter der Laubwälder. Dieser Zeitraum, welcher auch cenolithisches oder cenozoisches Zeitalter heißt, erstreckte sich vom Ende der Kreideschichtenbildung bis zum Ende der pliocenen Schichtenbildung. Die während dessen abgelagerten Schichten erreichen nur ungefähr eine mittlere Mächtigkeit von 3000 Fuß und bleiben demnach weit hinter den drei ersten Terrains zurück. Auch sind die drei Systeme, welche man in dem tertiären Terrain unterscheidet, nur schwer von einander zu trennen. Das älteste derselben heißt eocenes oder alttertiäres, das mittlere miocenes oder mitteltertiäres und das jüngste pliocenes oder neutertiäres System.

Die gesammte Bevölkerung der Tertiärzeit nähert sich im Gan-

zen und im Einzelnen schon viel mehr derjenigen der Gegenwart, als es in den vorhergehenden Zeitaltern der Fall war. Unter den Wirbelthieren überwiegt von nun an die Klasse der Säugethiere bei weitem alle übrigen. Ebenso herrscht in der Pflanzenwelt die formenreiche Gruppe der Decksamenpflanzen oder Angiospermen vor, deren Laubhölzer die charakteristischen Laubwälder der Tertiärzeit bildeten. Die Abtheilung der Angiospermen besteht aus den beiden Klassen der Einkeimblättrigen oder Monocotyledonen und der Zweikeimblättrigen oder Dicotyledonen. Zwar hatten sich Angiospermen aus beiden Klassen schon in der Kreidezeit gezeigt, und Säugethiere traten schon in der Jurazeit oder selbst in der Triaszeit auf. Allein beide Gruppen, Säugethiere und Decksamenpflanzen, erreichen ihre eigentliche Entwickelung und Oberherrschaft erst in der Tertiärzeit, so daß man diese mit vollem Rechte danach benennen kann.

Den fünften und letzten Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte bildet die Quartärzeit oder Culturzeit, derjenige, gegen die Länge der vier übrigen Zeitalter verschwindend kurze Zeitraum, den wir gewöhnlich in komischer Selbstüberhebung die „Weltgeschichte" zu nennen pflegen. Da die Ausbildung des Menschen und seiner Cultur, welche mächtiger als alle früheren Vorgänge auf die organische Welt umgestaltend einwirkte, dieses Zeitalter charakterisirt, so könnte man dasselbe auch die Menschenzeit, das anthropolithische oder anthropozoische Zeitalter nennen. Es könnte auch das Zeitalter der Culturwälder oder der Gärten heißen, weil selbst auf den niedrigeren Stufen der menschlichen Cultur ihr umgestaltender Einfluß sich bereits in der Benutzung der Wälder und ihrer Erzeugnisse, und somit auch in der Physiognomie der Landschaft bemerkbar macht. Geologisch wird der Beginn dieses Zeitalters, welches bis zur Gegenwart reicht, durch das Ende der pliocenen Schichtenablagerung begrenzt.

Die neptunischen Schichten, welche während des verhältnißmäßig kurzen quartären Zeitraums abgelagert wurden, sind an den verschiedenen Stellen der Erde von sehr verschiedener, meist aber von sehr geringer Dicke. Man bringt dieselben in zwei verschiedene Systeme,

von denen man das ältere als diluvial oder pleiſtocen, das neuere als alluvial oder recent bezeichnet. Das Diluvial-Syſtem zerfällt ſelbſt wieder in zwei Formationen, in die älteren glacialen und die neueren poſtglacialen Bildungen. Während der älteren Diluvialzeit nämlich fand jene außerordentlich merkwürdige Erniedrigung der Erdtemperatur ſtatt, welche zu einer ausgedehnten Vergletſcherung der gemäßigten Zonen führte. Die hohe Bedeutung, welche dieſe „Eiszeit" oder Glacial-Periode für die geographiſche und topographiſche Verbreitung der Organismen gewonnen hat, iſt bereits im vorhergehenden Vortrage auseinander geſetzt worden (S. 324). Auch die auf die Eiszeit folgende „Nacheiszeit", die poſtglaciale Periode oder die neuere Diluvialzeit, während welcher die Temperatur wiederum ſtieg, und das Eis ſich nach den Polen zurückzog, war für die gegenwärtige Geſtaltung der chorologiſchen Verhältniſſe höchſt bedeutungsvoll.

Der biologiſche Charakter der Quartärzeit liegt weſentlich in der Entwickelung und Ausbreitung des menſchlichen Organismus und ſeiner Cultur. Weit mehr als jeder andere Organismus hat der Menſch umgeſtaltend, zerſtörend und neubildend auf die Thier- und Pflanzenbevölkerung der Erde eingewirkt. Aus dieſem Grunde, — nicht weil wir dem Menſchen im Uebrigen eine privilegirte Ausnahmeſtellung in der Natur einräumen — können wir mit vollem Rechte die Ausbreitung des Menſchen mit ſeiner Cultur als Beginn eines beſonderen letzten Hauptabſchnitts der organiſchen Erdgeſchichte bezeichnen. Wahrſcheinlich fand allerdings die körperliche Entwickelung des Urmenſchen aus menſchenähnlichen Affen bereits in der jüngeren oder pliocenen, vielleicht ſogar ſchon in der mittleren oder miocenen Tertiärzeit ſtatt. Allein die eigentliche Entwickelung der menſchlichen Sprache, welche wir als den wichtigſten Hebel für die Ausbildung der eigenthümlichen Vorzüge des Menſchen und ſeiner Herrſchaft über die übrigen Organismen betrachten, fällt wahrſcheinlich erſt in jenen Zeitraum, welchen man aus geologiſchen Gründen als pleiſtocene oder diluviale Zeit von der vorhergehenden Pliocenperiode trennt.

Jedenfalls ist derjenige Zeitraum, welcher seit der Entwickelung der menschlichen Sprache bis zur Gegenwart verfloß, mag derselbe auch viele Jahrtausende und vielleicht Hunderttausende von Jahren in Anspruch genommen haben, verschwindend gering gegen die unermeßliche Länge der Zeiträume, welche vom Beginn des organischen Lebens auf der Erde bis zur Entstehung des Menschengeschlechts verflossen.

Die vorstehende tabellarische Uebersicht zeigt Ihnen rechts (S. 345) die Reihenfolge der paläontologischen Terrains, Systeme und Formationen, d. h. der größeren und kleineren neptunischen Schichtengruppen, welche Versteinerungen einschließen, von den obersten oder alluvialen bis zu den untersten oder laurentischen Ablagerungen hinab. Die links gegenüberstehende Tabelle (S. 344) führt Ihnen die historische Eintheilung der entsprechenden Zeiträume vor, der größeren und kleineren paläontologischen Perioden, und zwar in umgekehrter Reihenfolge, von der ältesten laurentischen bis auf die jüngste quartäre Zeit hinauf. (Vergl. auch S. 352.)

Man hat viele Versuche angestellt, die Zahl der Jahrtausende, welche diese Zeiträume zusammensetzen, annähernd zu berechnen. Man verglich die Dicke der Schlammschichten, welche erfahrungsgemäß während eines Jahrhunderts sich absetzen, und welche nur wenige Linien oder Zolle betragen, mit der gesammten Dicke der geschichteten Gesteinsmassen, deren ideales System wir soeben überblickt haben. Diese Dicke mag im Ganzen durchschnittlich ungefähr 130,000 Fuß betragen, und hiervon kommen 70,000 auf das primordiale oder archolithische, 42,000 auf das primäre oder paläolithische, 15,000 auf das secundäre oder mesolithische und endlich nur 3000 auf das tertiäre oder cenolithische Terrain. Die sehr geringe und nicht annähernd bestimmbare durchschnittliche Dicke des quartären oder anthropolithischen Terrains kommt dabei gar nicht in Betracht. Man kann sie höchstens durchschnittlich auf 500—700 Fuß anschlagen. Selbstverständlich haben aber alle diese Maßangaben nur einen ganz durchschnittlichen und annähernden Werth, und sollen nur dazu dienen, das

relative Maßverhältniß der Schichtenſyſteme und der ihnen entſprechenden Zeitabſchnitte ganz ungefähr zu überblicken.

Wenn man nun die geſammte Zeit der organiſchen Erdgeſchichte, d. h. den ganzen Zeitraum ſeit Beginn des Lebens auf der Erde, bis auf den heutigen Tag, in hundert gleiche Theile theilt, und wenn man dann, dem angegebenen durchſchnittlichen Dickenverhältniß der Schichtenſyſteme entſprechend, die relative Zeitdauer der fünf Hauptabſchnitte oder Zeitalter nach Procenten berechnet, ſo ergiebt ſich folgendes Reſultat. (Vergl. S. 352.)

I.	Archolithiſche oder Primordialzeit	53,6
II.	Paläolithiſche oder Primärzeit	32,1
III.	Meſolithiſche oder Secundärzeit	11,5
IV.	Cenolithiſche oder Tertiärzeit	2,3
V.	Anthropolithiſche oder Quartärzeit	0,5
	Summa	100,0

Es beträgt demnach die Länge des archolithiſchen Zeitraums, während deſſen noch gar keine landbewohnenden Thiere und Pflanzen exiſtirten, mehr als die Hälfte, mehr als 53 Procent, dagegen die Länge des anthropolithiſchen Zeitraums, während deſſen der Menſch exiſtirte, kaum ein halbes Procent von der ganzen Länge der organiſchen Erdgeſchichte. Es iſt aber ganz unmöglich, die Länge dieſer Zeiträume auch nur annähernd nach Jahren zu berechnen.

Die Dicke der Schlammſchichten, welche während eines Jahrhunderts ſich in der Gegenwart ablagern, und welche man als Baſis für dieſe Berechnung benutzen wollte, iſt an den verſchiedenen Stellen der Erde unter den ganz verſchiedenen Bedingungen, unter denen überall die Ablagerung ſtattfindet, natürlich ganz verſchieden. Sie iſt ſehr gering auf dem Boden des hohen Meeres, in den Betten breiter Flüſſe mit kurzem Laufe, und in Landſeen, welche ſehr dürftige Zuflüſſe erhalten. Sie iſt verhältnißmäßig bedeutend an Meeresküſten mit ſtarker Brandung, am Ausfluß großer Ströme mit langem Lauf und in Landſeen mit ſtarken Zuflüſſen. An der Mündung des Miſſiſippi, welcher ſehr bedeutende Schlammmaſſen mit ſich fortführt, wür-

den in 100,000 Jahren nur etwa 600 Fuß abgelagert werden. Auf dem Grunde des offenen Meeres, weit von den Küſten entfernt, werden ſich während dieſes langen Zeitraums nur wenige Fuß Schlamm abſetzen. Selbſt an den Küſten, wo verhältnißmäßig viel Schlamm abgelagert wird, mag die Dicke der dadurch während eines Jahrhunderts gebildeten Schichten, wenn ſie nachher ſich zu feſtem Geſteine verdichtet haben, doch nur wenige Zolle oder Linien betragen. Jedenfalls aber bleiben alle auf dieſe Verhältniſſe gegründeten Berechnungen ganz unſicher, und wir können uns auch nicht einmal annähernd die ungeheure Länge der Zeiträume vorſtellen, welche zur Bildung jener neptuniſchen Schichtenſyſteme erforderlich waren. Nur relative, nicht abſolute Zeitmaße ſind hier anwendbar.

Man würde übrigens auch vollkommen fehlgehen, wenn man die Mächtigkeit jener Schichtenſyſteme allein als Maßſtab für die inzwiſchen wirklich verfloſſene Zeit der Erdgeſchichte betrachten wollte. Denn Hebungen und Senkungen der Erdrinde haben beſtändig mit einander gewechſelt, und aller Wahrſcheinlichkeit nach entſpricht der mineralogiſche und paläontologiſche Unterſchied, den man zwiſchen je zwei auf einanderfolgenden Schichtenſyſtemen und zwiſchen je zwei Formationen derſelben wahrnimmt, einem beträchtlichen Zwiſchenraum von vielen Jahrtauſenden, während deſſen die betreffende Stelle der Erdrinde über das Waſſer gehoben war. Erſt nach Ablauf dieſer Zwiſchenzeit, als eine neue Senkung dieſe Stelle wieder unter Waſſer brachte, fand die Ablagerung einer neuen Bodenſchicht ſtatt. Da aber inzwiſchen die anorganiſchen und organiſchen Verhältniſſe an dieſem Orte eine beträchtliche Umbildung erfahren hatten, mußte die neugebildete Schlammſchicht aus verſchiedenen Bodenbeſtandtheilen zuſammengeſetzt ſein und verſchiedene Verſteinerungen einſchließen.

Die auffallenden Unterſchiede, die zwiſchen den Verſteinerungen zweier übereinander liegenden Schichten ſo häufig ſtattfinden, ſind einfach und leicht nur durch die Annahme zu erklären, daß derſelbe Punkt der Erdoberfläche wiederholten Senkungen und Hebungen ausgeſetzt wurde. Noch gegenwärtig finden ſolche wechſelnde

IV. Tertiäre Schichten-Syſteme. 3000 Fuß.		Eocen, Miocen, Pliocen.
III. Meſolithiſche Schichten-Syſteme. Ablagerungen der Secundärzeit. Circa 15,000 Fuß.		IX. Kreide-Syſtem. VIII. Jura-Syſtem. VII. Trias-Syſtem.
II. Paläolithiſche Schichten-Syſteme. Ablagerungen der Primärzeit. Circa 42,000 Fuß.		VI. Permiſches Syſtem. V. Steinkohlen-Syſtem. IV. Devoniſches Syſtem.
Tabelle zur Ueberſicht der neptuniſchen verſteinerungsführenden Schichten-Syſteme mit Bezug auf ihre verhältnißmäßige durchſchnittliche Dicke. (130,000 Fuß circa.)	I. Archolithiſche Schichten-Syſteme. Ablagerungen der Primordialzeit. Circa 70,000 Fuß.	III. Siluriſches Syſtem. Circa 22,000 Fuß. II. Cambriſches Syſtem. Circa 18,000 Fuß. I Laurentiſches Syſtem. Circa 30,000 Fuß.

Hebungen und Senkungen, welche man der Reaction des feuerflüssigen Erdkerns gegen die erstarrte Rinde zuschreibt, in weiter Ausdehnung statt. So steigt z. B. die Küste von Schweden und ein Theil von der Westküste Südamerikas beständig langsam empor, während die Küste von Holland und ein Theil von der Ostküste Südamerikas allmählich untersinkt. Das Steigen wie das Sinken geschieht nur sehr langsam und beträgt im Jahrhundert bald nur einige Linien, bald einige Zoll oder höchstens einige Fuß. Wenn aber diese Bewegung hunderte von Jahrtausenden hindurch ununterbrochen andauert, wird sie fähig, die höchsten Gebirge zu bilden.

Offenbar haben ähnliche Hebungen und Senkungen, wie sie an jenen Stellen noch heute zu messen sind, während des ganzen Verlaufs der organischen Erdgeschichte ununterbrochen an verschiedenen Stellen mit einander gewechselt. Das ergiebt sich mit Sicherheit aus der geographischen Verbreitung der Organismen (vergl. S. 320). Nun ist es aber für die Beurtheilung unserer paläontologischen Schöpfungsurkunde außerordentlich wichtig, sich klar zu machen, daß bleibende Schichten sich bloß während langsamer Senkung des Bodens unter Wasser ablagern können, nicht aber während andauernder Hebung. Wenn der Boden langsam mehr und mehr unter den Meeresspiegel versinkt, so gelangen die abgelagerten Schlammschichten in immer tieferes und ruhigeres Wasser, wo sie sich ungestört zu Gestein verdichten können. Wenn sich dagegen umgekehrt der Boden langsam hebt, so kommen die soeben abgelagerten Schlammschichten, welche Reste von Pflanzen und Thieren umschließen, sogleich wieder in den Bereich des Wogenspiels, und werden durch die Kraft der Brandung alsbald nebst den eingeschlossenen organischen Resten zerstört. Aus diesem einfachen, aber sehr gewichtigem Grunde können also nur während einer andauernden Senkung des Bodens sich reichlichere Schichten ablagern, in denen die organischen Reste erhalten bleiben. Wenn je zwei verschiedene übereinander liegende Formationen oder Schichten mithin zwei verschiedenen Senkungsperioden entsprechen, so müssen wir zwischen diesen letzteren einen langen Zeitraum der Hebung an-

nehmen, von dem wir gar Nichts wissen, weil uns keine fossilen Reste von den damals lebenden Thieren und Pflanzen aufbewahrt werden konnten. Offenbar verdienen aber diese spurlos dahingegangenen größeren und kleineren Hebungszeiträume nicht geringere Berücksichtigung als die damit abwechselnden größeren und kleineren Senkungszeiträume, von deren organischer Bevölkerung uns die versteinerungsführenden Schichten eine ungefähre Vorstellung geben. Wahrscheinlich waren die ersteren von nicht geringerer Dauer als die letzteren.

Schon hieraus wird sich Ihnen ergeben, wie unvollständig unsere Urkunde nothwendig sein muß, um so mehr, da sich theoretisch erweisen läßt, daß gerade während der Hebungszeiträume das Thier- und Pflanzenleben an Mannichfaltigkeit zunehmen mußte. Denn indem neue Strecken Landes über das Wasser gehoben werden, bilden sich neue Inseln. Jede neue Insel ist aber ein neuer Schöpfungsmittelpunkt, weil die zufällig dorthin verschlagenen Thiere und Pflanzen auf dem neuen Boden im Kampf um's Dasein reiche Gelegenheit finden, sich eigenthümlich zu entwickeln, und neue Arten zu bilden. Gerade die Bildung neuer Arten hat offenbar während dieser Zwischenzeiten, aus denen uns leider keine Versteinerungen erhalten bleiben konnten, vorzugsweise stattgefunden, während umgekehrt bei der langsamen Senkung des Bodens eher Gelegenheit zum Aussterben zahlreicher Arten, und zu einem Rückschritt in der Artenbildung gegeben war. Auch die Zwischenformen zwischen den alten und den neu sich bildenden Species werden vorzugsweise während jener Hebungszeiträume gelebt haben, und konnten daher ebenfalls keine fossilen Reste hinterlassen.

Zu den sehr bedeutenden und empfindlichen Lücken der paläontologischen Schöpfungsurkunde, welche durch die Hebungszeiträume bedingt werden, kommen nun leider noch viele andere Umstände hinzu, welche den hohen Werth derselben außerordentlich verringern. Dahin gehört vor Allen der metamorphische Zustand der ältesten Schichtengruppen, gerade derjenigen, welche die Reste der älte-

ſten Flora und Fauna, der Stammformen aller folgenden Organismen enthalten, und dadurch von ganz beſonderem Intereſſe ſein würden. Grade dieſe Geſteine, und zwar der größere Theil der primordialen oder archolithiſchen Schichten, faſt das ganze laurentiſche und ein großer Theil des cambriſchen Syſtems enthalten gar keine kenntlichen Reſte mehr, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil dieſe Schichten durch den Einfluß des feuerflüſſigen Erdinnern nachträglich wieder verändert oder metamorphoſirt worden ſind. Durch die Hitze des glühenden Erdkerns ſind dieſe tiefſten neptuniſchen Rindenſchichten in ihrer urſprünglichen Schichtenſtructur gänzlich verändert und in einen kryſtalliniſchen Zuſtand übergeführt worden. Dabei ging aber die Form der darin eingeſchloſſenen organiſchen Reſte ganz verloren. Nur hie und da wurde ſie durch einen glücklichen Zufall erhalten, wie es bei dem älteſten bekannten Petrefacten, bei dem Eozoon canadense aus den unterſten laurentiſchen Schichten der Fall iſt. Jedoch können wir aus den Lagern von kryſtalliniſcher Kohle (Graphit) und kryſtalliniſchem Kalk (Marmor), welche ſich in den metamorphiſchen Primordialgeſteinen eingelagert finden, mit Sicherheit auf die frühere Anweſenheit von verſteinerten Pflanzen- und Thierreſten in denſelben ſchließen.

Außerordentlich unvollſtändig wird unſere Schöpfungsurkunde durch den Umſtand, daß erſt ein ſehr kleiner Theil der Erdoberfläche genauer geologiſch unterſucht iſt, vorzugsweiſe England, Deutſchland und Frankreich. Dagegen wiſſen wir nur ſehr Wenig von den übrigen Theilen Europas, von Rußland, Spanien, Italien, der Türkei. Hier ſind uns nur einzelne Stellen der Erdrinde aufgeſchloſſen; der bei weitem größte Theil derſelben iſt uns unbekannt. Daſſelbe gilt von Nordamerika und von Oſtindien. Hier ſind wenigſtens einzelne Strecken unterſucht. Dagegen vom größten Theile Aſiens, des umfangreichſten aller Welttheile, wiſſen wir faſt Nichts, — von Afrika faſt Nichts, ausgenommen das Kap der guten Hoffnung und die Mittelmeerküſte, — von Neuholland faſt Nichts, von Südamerika nur ſehr Wenig. Sie ſehen alſo, daß erſt ein ganz kleines Stück, wohl

kaum der zehntausendste Theil von der gesammten Erdoberfläche paläontologisch erforscht ist. Wir können daher wohl hoffen, bei weiterer Ausbreitung der geologischen Untersuchungen, denen namentlich die Anlage von Eisenbahnen und Bergwerken sehr zu Hilfe kommen wird, noch einen großen Theil wichtiger Versteinerungen aufzufinden. Ein Fingerzeig dafür ist uns durch die merkwürdigen Versteinerungen gegeben, die man an den wenigen, genauer untersuchten Punkten von Afrika und Asien, in den Kapgegenden und am Himalaya aufgefunden hat. Eine Reihe von ganz neuen und sehr eigenthümlichen Thierformen ist uns dadurch bekannt geworden. Freilich müssen wir andrerseits erwägen, daß der ausgedehnte Boden der jetzigen Meere vorläufig für die paläontologischen Forschungen ganz unzugänglich ist, und daß wir den größten Theil der hier seit uralten Zeiten begrabenen Versteinerungen entweder niemals oder im besten Fall erst nach Verlauf vieler Jahrtausende werden kennen lernen, wenn durch allmähliche Hebungen der gegenwärtige Meeresboden mehr zu Tage getreten sein wird. Wenn Sie bedenken, daß die ganze Erdoberfläche zu ungefähr drei Fünftheilen aus Wasser und nur zu zwei Fünftheilen aus Festland besteht, so können Sie ermessen, daß auch in dieser Beziehung die paläontologische Urkunde eine ungeheure Lücke enthält.

Nun kommen aber noch eine Reihe von Schwierigkeiten für die Paläontologie hinzu, welche in der Natur der Organismen selbst begründet sind. Vor allen ist hier hervorzuheben, daß in der Regel nur harte und feste Körpertheile der Organismen auf den Boden des Meeres und der süßen Gewässer gelangen und hier in Schlamm eingeschlossen und versteinert werden können. Es sind also namentlich die Knochen und Zähne der Wirbelthiere, die Kalkschalen der Weichthiere, die Chitinskelete der Gliederthiere, die Kalkskelete der Sternthiere und Corallen, ferner die holzigen, festen Theile der Pflanzen, die einer solchen Versteinerung fähig sind. Die weichen und zarten Theile dagegen, welche bei den allermeisten Organismen den bei weitem größten Theil des Körpers bilden, gelangen nur sehr selten unter so gün-

ſtigen Verhältniſſen in den Schlamm, daß ſie verſteinern, oder daß ihre äußere Form deutlich in dem erhärteten Schlamme ſich abdrückt. Nun bedenken Sie, daß ganze große Klaſſen von Organismen, wie z. B. die Meduſen, die nackten Mollusken, welche keine Schale haben, ein großer Theil der Gliederthiere, faſt alle Würmer und ſelbſt die niederſten Wirbelthiere gar keine feſten und harten, verſteinerungsfähigen Körpertheile beſitzen. Ebenſo ſind gerade die wichtigſten Pflanzentheile, die Blüthen, meiſtens ſo weich und zart, daß ſie ſich nicht in kenntlicher Form conſerviren können. Von allen dieſen wichtigen Organismen werden wir naturgemäß auch gar keine verſteinerten Reſte zu finden erwarten können. Ferner ſind die Jugendzuſtände faſt aller Organismen ſo weich und zart, daß ſie gar nicht verſteinerungsfähig ſind. Was wir alſo von Verſteinerungen in den neptuniſchen Schichtenſyſtemen der Erdrinde vorfinden, das ſind im Ganzen nur wenige Formen, und meiſtens nur einzelne Bruchſtücke.

Sodann iſt zu berückſichtigen, daß die Meerbewohner in einem viel höheren Grade Ausſicht haben, ihre todten Körper in den abgelagerten Schlammſchichten verſteinert zu erhalten, als die Bewohner der ſüßen Gewäſſer und des Feſtlandes. Die das Land bewohnenden Organismen können in der Regel nur dann verſteinert werden, wenn ihre Leichen zufällig ins Waſſer fallen und auf dem Boden in erhärtenden Schlammſchichten begraben werden, was von mancherlei Bedingungen abhängig iſt. Daher kann es uns nicht Wunder nehmen, daß die bei weitem größte Mehrzahl der Verſteinerungen Organismen angehört, die im Meere lebten, und daß von den Landbewohnern verhältnißmäßig nur ſehr wenige im foſſilen Zuſtand erhalten ſind. Welche Zufälligkeiten hierbei ins Spiel kommen, mag Ihnen allein der Umſtand beweiſen, daß man von vielen foſſilen Säugethieren, insbeſondere von faſt allen Säugethieren der Secundärzeit, weiter Nichts kennt, als den Unterkiefer. Dieſer Knochen iſt erſtens verhältnißmäßig feſt und löſt ſich zweitens ſehr leicht von dem todten Kadaver, das auf dem Waſſer ſchwimmt, ab. Während die Leiche vom Waſſer fortgetrieben und zerſtört wird, fällt der Unterkiefer auf den

Grund des Waſſers hinab und wird hier vom Schlamm umſchloſſen. Daraus erklärt ſich allein die merkwürdige Thatſache, daß in einer Kalkſchicht des Juraſyſtems bei Oxford in England, in den Schiefern von Stonesfield, bis jetzt bloß die Unterkiefer von zahlreichen Beutelthieren gefunden worden ſind, den älteſten Säugethieren, welche wir kennen. Von dem ganzen übrigen Körper derſelben war auch nicht ein Knochen mehr vorhanden. Die Gegner der Entwickelungstheorie würden nach der bei ihnen gebräuchlichen Logik hieraus den Schluß ziehen müſſen, daß der Unterkiefer der einzige Knochen im Leibe jener Thiere war.

Für die kritiſche Würdigung der vielen unbedeutenden Zufälle, die unſere Verſteinerungskenntniß in der bedeutendſten Weiſe beeinfluſſen, ſind ferner auch die Fußſpuren ſehr lehrreich, welche ſich in großer Menge in verſchiedenen ausgedehnten Sandſteinlagern, z. B. in dem rothen Sandſtein von Connecticut in Nordamerika, finden. Dieſe Fußtritte rühren offenbar von Wirbelthieren, wahrſcheinlich von Reptilien her, von deren Körper ſelbſt uns nicht die geringſte Spur erhalten geblieben iſt. Die Abdrücke, welche ihre Füße im Schlamm hinterlaſſen haben, verrathen uns allein die vormalige Exiſtenz von dieſen uns ſonſt ganz unbekannten Thieren.

Welche Zufälligkeiten außerdem noch die Grenzen unſerer paläontologiſchen Kenntniſſe beſtimmen, können Sie daraus ermeſſen, daß man von ſehr vielen wichtigen Verſteinerungen nur ein einziges oder nur ein paar Exemplare kennt. Es iſt noch nicht zehn Jahre her, ſeit wir mit dem unvollſtändigen Abdruck eines Vogels aus dem Juraſyſtem bekannt wurden, deſſen Kenntniß für die Phylogenie der ganzen Vögelklaſſe von der allergrößten Wichtigkeit war. Alle bisher bekannten Vögel ſtellten eine ſehr einförmig organiſirte Gruppe dar, und zeigten keine auffallenden Uebergangsbildungen zu anderen Wirbelthierklaſſen, auch nicht zu den nächſtverwandten Reptilien. Jener foſſile Vogel aus dem Jura dagegen beſaß keinen gewöhnlichen Vogelſchwanz, ſondern einen Eidechſenſchwanz, und beſtätigte dadurch die aus anderen Grün-

den vermuthete Abſtammung der Vögel von den Eidechſen. Durch dieſes einzige Petrefact wurde alſo nicht nur unſere Kenntniß von dem Alter der Vogelklaſſe, ſondern auch von ihrer Blutsverwandtſchaft mit den Reptilien weſentlich erweitert. Ebenſo ſind unſere Kenntniſſe von anderen Thiergruppen oft durch die zufällige Entdeckung einer einzigen Verſteinerung weſentlich umgeſtaltet worden. Da wir aber wirklich von ſehr vielen wichtigen Petrefacten nur ſehr wenige Exemplare oder nur Bruchſtücke kennen, ſo muß auch aus dieſem Grunde die paläontologiſche Urkunde höchſt unvollſtändig ſein.

Eine weitere und ſehr empfindliche Lücke derſelben iſt durch den Umſtand bedingt, daß die Zwiſchenformen, welche die verſchiedenen Arten verbinden, in der Regel nicht erhalten ſind, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil (dieſelben nach dem Princip der Divergenz des Charakters) im Kampfe um's Daſein ungünſtiger geſtellt waren, als die am meiſten divergirenden Varietäten, die ſich aus einer und derſelben Stammform entwickelten. Die Zwiſchenglieder ſind im Ganzen immer raſch ausgeſtorben und haben ſich nur ſelten vollſtändig erhalten. Die am ſtärkſten divergirenden Formen dagegen konnten ſich längere Zeit hindurch als ſelbſtſtändige Arten am Leben erhalten, ſich in zahlreichen Individuen ausbreiten und demnach auch leichter verſteinert werden. Dadurch iſt jedoch nicht ausgeſchloſſen, daß nicht in vielen Fällen auch die verbindenden Zwiſchenformen der Arten ſich ſo vollſtändig verſteinert erhielten, daß ſie noch gegenwärtig die ſyſtematiſchen Paläontologen in die größte Verlegenheit verſetzen und endloſe Streitigkeiten über die ganz willkührlichen Grenzen der Species hervorrufen.

Ein ausgezeichnetes Beiſpiel der Art liefert die berühmte vielgeſtaltige Süßwaſſerſchnecke aus dem Stubenthal bei Steinheim in Würtemberg, welche bald als Paludina, bald als Valvata, bald als Planorbis multiformis beſchrieben worden iſt. Die ſchneeweißen Schalen dieſer kleinen Schnecke ſetzen mehr als die Hälfte von der ganzen Maſſe eines tertiären Kalkhügels zuſammen, und offenbaren dabei an dieſer einen Localität eine ſolche wunderbare For-

men-Mannichfaltigkeit, daß man die am meisten divergirenden Extreme als wenigstens zwanzig ganz verschiedene Arten beschreiben und diese sogar in vier ganz verschiedene Gattungen versetzen könnte. Aber alle diese extremen Formen sind durch so massenhafte verbindende Zwischenformen verknüpft, und diese liegen so gesetzmäßig über und neben einander, daß Hilgendorf daraus auf das Klarste den Stammbaum der ganzen Formengruppe entwickeln konnte. Ebenso finden sich bei sehr vielen anderen fossilen Arten (z. B. vielen Ammoniten, Terebrateln, Seeigeln, Seelilien u. s. w.) die verknüpfenden Zwischenformen in solcher Masse, daß sie die „fossilen Specieskrämer" zur Verzweiflung bringen.

Wenn Sie nun alle vorher angeführten Verhältnisse erwägen, deren Reihe sich leicht noch vermehren ließe, so werden Sie sich nicht darüber wundern, daß der natürliche Schöpfungsbericht oder die Schöpfungsurkunde, wie sie durch die Versteinerungen gebildet wird, ganz außerordentlich lückenhaft und unvollständig ist. Aber dennoch haben die wirklich gefundenen Versteinerungen den größten Werth. Ihre Bedeutung für die natürliche Schöpfungsgeschichte ist nicht geringer als die Bedeutung, welche die berühmte Inschrift von Rosette nnd das Decret von Kanopus für die Völkergeschichte, für die Archäologie und Philologie besitzen. Wie es durch diese beiden uralten Inschriften möglich wurde, die Geschichte des alten Egyptens außerordentlich zu erweitern, und die ganze Hieroglyphenschrift zu entziffern, so genügen uns in vielen Fällen einzelne Knochen eines Thieres oder unvollständige Abdrücke einer niederen Thier- oder Pflanzenform, um die wichtigsten Anhaltspunkte für die Geschichte einer ganzen Gruppe und die Erkenntniß ihres Stammbaums zu gewinnen. Ein paar kleine Backzähne, die in der Keuper-Formation der Trias gefunden wurden, haben für sich allein den sicheren Beweis geliefert, daß schon in der Triaszeit Säugethiere existirten, und daß diese Klasse nicht erst später in der Jurazeit auftrat, wie man früherhin annahm.

Von der Unvollkommenheit des geologischen Schöpfungsberich-

tes sagt Darwin, in Uebereinstimmung mit Lyell, dem größten aller jetzt lebenden Geologen: „Der natürliche Schöpfungsbericht, wie ihn die Paläontologie liefert, ist eine Geschichte der Erde, unvollständig erhalten und in wechselnden Dialecten geschrieben, wovon aber nur der letzte, bloß auf einige Theile der Erdoberfläche sich beziehende Band bis auf uns gekommen ist. Doch auch von diesem Bande ist nur hie und da ein kurzes Capitel erhalten, und von jeder Seite sind nur da und dort einige Zeilen übrig. Jedes Wort der langsam wechselnden Sprache dieser Beschreibung, mehr oder weniger verschieden in der ununterbrochenen Reihenfolge der einzelnen Abschnitte, mag den anscheinend plötzlich wechselnden Lebensformen entsprechen, welche in den unmittelbar auf einander liegenden Schichten unserer weit von einander getrennten Formationen begraben liegen."

Wenn Sie diese außerordentliche Unvollständigkeit der paläontologischen Urkunde sich beständig vor Augen halten, so wird es Ihnen nicht wunderbar erscheinen, daß wir noch auf so viele unsichere Hypothesen angewiesen sind, wenn wir wirklich den Stammbaum der verschiedenen organischen Gruppen entwerfen wollen. Jedoch besitzen wir glücklicher Weise außer den Versteinerungen auch noch andere Urkunden für die Stammesgeschichte der Organismen, welche in vielen Fällen von nicht geringerem und in manchen sogar von viel höherem Werthe sind als die Petrefacten. Die bei weitem wichtigste von diesen anderen Schöpfungsurkunden ist ohne Zweifel die Ontogenie oder die Entwickelungsgeschichte des organischen Individuums (Embryologie und Metamorphologie). Diese wiederholt uns kurz in großen, markigen Zügen das Bild der Formenreihe, welche die Vorfahren des betreffenden Individuums von der Wurzel ihres Stammes an durchlaufen haben. Indem wir diese paläontologische Entwickelungsgeschichte der Vorfahren als Stammesgeschichte oder Phylogenie bezeichneten, konnten wir das höchst wichtige biogenetische Grundgesetz aussprechen: „Die Ontogenie ist eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Verer-

bung und Anpassung bedingte Wiederholung oder Recapitulation der Phylogenie. Indem jedes Thier und jedes Gewächs vom Beginn seiner individuellen Existenz an eine Reihe von ganz verschiedenen Formzuständen durchläuft, deutet es uns in schneller Folge und in allgemeinen Umrissen die lange und langsam wechselnde Reihe von Formzuständen an, welche seine Ahnen seit den ältesten Zeiten durchlaufen haben (Gen. Morph. II, 6, 110, 300).

Allerdings ist die Skizze, welche uns die Ontogenie der Organismen von ihrer Phylogenie giebt, in den meisten Fällen mehr oder weniger verwischt, und zwar um so mehr, je mehr die Anpassung im Laufe der Zeit das Uebergewicht über die Vererbung erlangt hat, und je mächtiger das Gesetz der abgekürzten Vererbung und das Gesetz der wechselbezüglichen Anpassung eingewirkt hat. Allein dadurch wird der hohe Werth nicht vermindert, welchen die wirklich treu erhaltenen Züge jener Skizze besitzen. Besonders für die Erkenntniß der frühesten paläontologischen Entwickelungszustände ist die Ontogenie von ganz unschätzbarem Werthe, weil gerade von den ältesten Entwickelungszuständen der Stämme und Klassen uns gar keine versteinerten Reste erhalten worden sind und auch schon wegen der weichen und zarten Körperbeschaffenheit derselben nicht erhalten bleiben konnten. Keine Versteinerung könnte uns von der unschätzbar wichtigen Thatsache berichten, welche die Ontogenie uns erzählt, daß die ältesten gemeinsamen Vorfahren aller verschiedenen Thier- und Pflanzenarten ganz einfache Zellen, gleich den Eiern waren. Keine Versteinerung könnte uns die unendlich werthvolle, durch die Ontogenie festgestellte Thatsache beweisen, daß durch einfache Vermehrung, Gemeindebildung und Arbeitstheilung jener Zellen die unendlich mannichfaltigen Körperformen der vielzelligen Organismen entstanden. So hilft uns die Ontogenie über viele und große Lücken der Paläontologie hinweg.

Zu den unschätzbaren Schöpfungsurkunden der Paläontologie und Ontogenie gesellen sich nun drittens die nicht minder wichtigen Zeugnisse für die Blutsverwandtschaft der Organismen, welche uns

die vergleichende Anatomie liefert. Wenn äußerlich sehr verschiedene Organismen in ihrem inneren Bau nahezu übereinstimmen, so können Sie daraus mit Sicherheit schließen, daß diese Uebereinstimmung ihren Grund in der Vererbung, jene Ungleichheit dagegen ihren Grund in der Anpassung hat. Betrachten Sie z. B. vergleichend die Gliedmaaßen oder Extremitäten der verschiedenen Säugethiere, den Arm des Menschen, den Flügel der Fledermaus, den zum Graben eingerichteten Vorderfuß des Maulwurfs, und die zum Springen, Klettern oder Laufen dienenden Vorderfüße anderer Säugethiere. Wenn Sie nun finden, daß allen diesen äußerst verschiedenen Bildungen dieselben Knochen in derselben Zahl, gegenseitigen Lagerung und Verbindung zu Grunde liegen, so werden Sie hierin den wichtigsten Beweis für ihre wirkliche Blutsverwandtschaft finden. Es ist ganz undenkbar, daß irgend eine andere Ursache als die gemeinschaftliche Vererbung von gemeinsamen Stammeltern diese wunderbare Homologie oder Gleichheit im wesentlichen inneren Bau bei so verschiedener äußerer Form verursacht habe. Und wenn Sie nun im System von den Säugethieren weiter hinuntersteigen, und finden, daß sogar bei den Vögeln die Flügel, bei den Reptilien und Amphibien die Vorderfüße, wesentlich in derselben Weise aus denselben Knochen zusammengesetzt sind, wie die Arme des Menschen und die Vorderbeine der übrigen Säugethiere, so können Sie schon daraus auf die gemeinsame Abstammung aller dieser Wirbelthiere mit voller Sicherheit schließen. Der Grad der inneren Formverwandtschaft enthüllt Ihnen hier, wie überall, den Grad der Blutsverwandtschaft.

Sechzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Protiſtenreichs.

Specielle Durchführung der Deſcendenztheorie in dem natürlichen Syſtem der Organismen. Conſtruction der Stammbäume. Abſtammung aller mehrzelligen Organismen von einzelligen. Abſtammung der Zellen von Moneren. Begriff der organiſchen Stämme oder Phylen. Zahl der Stämme des Thierreichs und des Pflanzenreichs. Einheitliche oder monophyletiſche und vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe. Das Reich der Protiſten oder Urweſen. Acht Klaſſen des Protiſtenreichs. Moneren. Amöboiden oder Proloplaſten. Geißelſchwärmer oder Flagellaten. Flimmerkugeln oder Katallakten. Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen. Kieſelzellen oder Diatomeen. Schleimpilze oder Myxomyceten. Wurzelfüßer oder Rhizopoden. Bemerkungen zur allgemeinen Naturgeſchichte der Protiſten: Ihre Lebenserſcheinungen, chemiſche Zuſammenſetzung und Formbildung (Individualität und Grundform). Phylogenie des Protiſtenreichs.

Meine Herren! Durch die denkende Vergleichung der individuellen und paläontologiſchen Entwickelung, ſowie durch die vergleichende Anatomie der Organismen, durch die vergleichende Betrachtung ihrer entwickelten Formverhältniſſe, gelangen wir zur Erkenntniß ihrer ſtufenweis verſchiedenen Formverwandtſchaft. Dadurch gewinnen wir aber zugleich einen Einblick in ihre wahre Blutsverwandtſchaft, welche nach der Deſcendenztheorie der eigentliche Grund der Formverwandtſchaft iſt. Wir gelangen alſo, indem wir die empiriſchen Reſultate der Embryologie, Paläontologie und Anatomie zuſammenſtellen, vergleichen, und zur gegenſeitigen Ergänzung benutzen, zur annähernden Erkenntniß des natürlichen Syſtems, welches nach

unserer Ansicht der Stammbaum der Organismen ist. Allerdings bleibt unser menschliches Wissen, wie überall, so ganz besonders hier, nur Stückwerk, schon wegen der außerordentlichen Unvollständigkeit und Lückenhaftigkeit der empirischen Schöpfungsurkunden. Indessen dürfen wir uns dadurch nicht abschrecken lassen, jene höchste Aufgabe der Biologie in Angriff zu nehmen. Lassen Sie uns vielmehr sehen, wie weit es schon jetzt möglich ist, trotz des unvollkommenen Zustandes unserer embryologischen, paläontologischen und anatomischen Kenntnisse, eine annähernde Hypothese von dem verwandtschaftlichen Zusammenhang der Organismen aufzustellen.

Darwin giebt uns in seinem Werk auf diese speciellen Fragen der Descendenztheorie keine Antwort. Er äußert nur am Schlusse desselben seine Vermuthung, „daß die Thiere von höchstens vier oder fünf, und die Pflanzen von eben so vielen oder noch weniger Stammarten herrühren." Da aber auch diese wenigen Hauptformen noch Spuren von verwandtschaftlicher Verkettung zeigen, und da selbst Pflanzen- und Thierreich durch vermittelnde Uebergangsformen verbunden sind, so gelangt er weiterhin zu der Annahme, „daß wahrscheinlich alle organischen Wesen, die jemals auf dieser Erde gelebt, von irgend einer Urform abstammen, welcher das Leben zuerst vom Schöpfer eingehaucht worden ist." Gleich Darwin haben auch alle anderen Anhänger der Descendenztheorie dieselbe bloß im Allgemeinen behandelt, und nicht den Versuch gemacht, sie auch speciell durchzuführen, und das „natürliche System" wirklich als „Stammbaum der Organismen" zu behandeln. Wenn wir daher hier dieses schwierige Unternehmen wagen, so müssen wir uns ganz auf unsere eigenen Füße stellen.

Ich habe vor vier Jahren in der systematischen Einleitung zu meiner allgemeinen Entwickelungsgeschichte (im zweiten Bande der generellen Morphologie) eine Anzahl von hypothetischen Stammtafeln für die größeren Organismengruppen aufgestellt, und damit thatsächlich den ersten Versuch gemacht, die Stammbäume der Organismen in der Weise, wie es die Entwickelungstheorie erfordert wirk-

lich zu construiren. Dabei war ich mir der außerordentlichen Schwierigkeiten dieser Aufgabe vollkommen bewußt. Indem ich trotz aller abschreckenden Hindernisse dieselbe dennoch in Angriff nahm, beanspruchte ich weiter Nichts als den ersten Versuch gemacht und zu weiteren und besseren Versuchen angeregt zu haben. Vermuthlich werden die meisten Zoologen und Botaniker von diesem Anfang sehr wenig befriedigt gewesen sein, und am wenigsten in dem engen Specialgebiete, in welchem ein Jeder besonders arbeitet. Allein wenn irgendwo, so ist gewiß hier das Tadeln viel leichter als das Bessermachen, und daß bisher noch kein Naturforscher meine Stammbäume durch bessere oder überhaupt durch andere ersetzt hat, beweist am besten die ungeheure Schwierigkeit der unendlich verwickelten Aufgabe. Aber gleich allen anderen wissenschaftlichen Hypothesen, welche zur Erklärung der Thatsachen dienen, werden auch meine genealogischen Hypothesen so lange auf Berücksichtigung Anspruch machen dürfen, bis sie durch bessere ersetzt werden.

Hoffentlich wird dieser Ersatz recht bald geschehen, und ich wünschte Nichts mehr, als daß mein erster Versuch recht viele Naturforscher anregen möchte, wenigstens auf dem engen, ihnen genau bekannten Specialgebiete des Thier- oder Pflanzenreichs die genaueren Stammbäume für einzelne Gruppen aufzustellen. Durch zahlreiche derartige Versuche wird unsere genealogische Erkenntniß im Laufe der Zeit langsam fortschreiten, und mehr und mehr der Vollendung näher kommen, obwohl mit Bestimmtheit vorauszusehen ist, daß ein vollendeter Stammbaum niemals wird erreicht werden. Es fehlen uns und werden uns immer fehlen die unerläßlichen paläontologischen Grundlagen. Die ältesten Urkunden werden uns ewig verschlossen bleiben aus den früher bereits angeführten Ursachen. Die ältesten, durch Urzeugung entstandenen Organismen, die Stammeltern aller folgenden, müssen wir uns nothwendig als Moneren denken, als einfache weiche structurlose Eiweißklümpchen, ohne jede bestimmte Form, ohne irgend welche harte und geformte Theile. Diese und ihre nächsten Abkömmlinge waren daher der Erhaltung im versteinerten Zustande durchaus

nicht fähig. Ebenſo fehlt uns aber aus den im letzten Vortrage ausführlich erörterten Gründen der bei weitem größte Theil von den zahlloſen paläontologiſchen Dokumenten, die zur ſicheren Durchführung der Stammesgeſchichte oder Phylogenie, und zur wahren Erkenntniß der organiſchen Stammbäume eigentlich erforderlich wären. Wenn wir daher das Wagniß ihrer hypothetiſchen Conſtruction dennoch unternehmen, ſo ſind wir vor Allem auf die Unterſtützung der beiden anderen Urkundenreihen hingewieſen, welche das paläontologiſche Archiv in weſentlichſter Weiſe ergänzen, der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie.

Ziehen wir dieſe höchſt werthvollen Urkunden gehörig denkend und vergleichend zu Rathe, ſo machen wir zunächſt die außerordentlich bedeutungsvolle Wahrnehmung, daß die allermeiſten Organismen, insbeſondere alle höheren Thiere und Pflanzen, aus einer Vielzahl von Zellen zuſammengeſetzt ſind, ihren Urſprung aber aus einem Ei nehmen, und daß dieſes Ei bei den Thieren ebenſo wie bei den Pflanzen eine einzige ganz einfache Zelle iſt: ein Klümpchen einer Eiweißverbindung, in welchem ein anderer eiweißartiger Körper, der Zellkern, eingeſchloſſen iſt. Dieſe kernhaltige Zelle wächſt und vergrößert ſich. Durch Theilung bildet ſie ein Zellenhäufchen, und aus dieſem entſtehen durch Arbeitstheilung in der früher beſchriebenen Weiſe die vielfach verſchiedenen Formen, welche die ausgebildeten Thier- und Pflanzenarten uns vor Augen führen. Dieſer unendlich wichtige Vorgang, welchen wir alltäglich bei der embryologiſchen Entwickelung jedes thieriſchen und pflanzlichen Individuums mit unſeren Augen Schritt für Schritt unmittelbar verfolgen können, und welchen wir in der Regel durchaus nicht mit der verdienten Ehrfurcht betrachten, belehrt uns ſicherer und vollſtändiger, als alle Verſteinerungen es thun könnten, über die urſprüngliche paläontologiſche Entwickelung aller mehrzelligen Organismen, aller höheren Thiere und Pflanzen. Denn da die Ontogenie oder die embryologiſche Entwickelung jedes einzelnen Individuums Nichts weiter iſt, als eine Recapitulation der Phylogenie oder der paläontologiſchen Entwickelung ſeiner Vorfahrenkette, ſo können

wir daraus zunächſt mit voller Sicherheit den ebenſo einfachen als bedeutenden Schluß ziehen, daß alle mehrzelligen Thiere und Pflanzen urſprünglich von einzelligen Organismen abſtammen. Die uralten primordialen Vorfahren des Menſchen ſo gut wie aller anderen Thiere und aller aus vielen Zellen zuſammengeſetzten Pflanzen waren einfache, iſolirt lebende Zellen. Dieſes unſchätzbare Geheimniß des organiſchen Stammbaums wird uns durch das Ei der Thiere und durch die wahre Eizelle der Pflanzen mit untrüglicher Sicherheit verrathen. Wenn die Gegner der Deſcendenztheorie uns entgegenhalten, es ſei wunderbar und unbegreiflich, daß ein äußerſt complicirter vielzelliger Organismus aus einem einfachen einzelligen Organismus im Laufe der Zeit hervorgegangen ſei, ſo entgegnen wir einfach, daß wir dieſes unglaubliche Wunder jeden Augenblick vor uns ſehen und mit unſeren Augen verfolgen können. Denn die Embryologie der Thiere und Pflanzen führt uns in kürzeſter Zeit denſelben Vorgang greifbar vor Augen, welcher im Laufe ungeheurer Zeiträume bei der Entſtehung des ganzen Stammes ſtattgefunden hat.

Auf Grund der embryologiſchen Urkunden können wir alſo mit voller Sicherheit behaupten, daß alle mehrzelligen Organismen eben ſo gut wie alle einzelligen urſprünglich von einfachen Zellen abſtammen; hieran würde ſich ſehr natürlich der Schluß reihen, daß die älteſte Wurzel des Thier- und Pflanzenreichs gemeinſam iſt. Denn die verſchiedenen uralten „Stammzellen", aus denen ſich die wenigen verſchiedenen Hauptgruppen oder „Stämme" (Phylen) des Thier- und Pflanzenreichs entwickelt haben, könnten ihre Verſchiedenheit ſelbſt erſt erworben haben, und könnten ſelbſt von einer gemeinſamen „Urſtammzelle" abſtammen. Wo kommen aber jene wenigen „Stammzellen" oder dieſe eine „Urſtammzelle" her? Zur Beantwortung dieſer genealogiſchen Grundfrage müſſen wir auf die früher erörterte Plaſtidentheorie und die Urzeugungshypotheſe zurückgreifen. (S. 309.)

Wie wir damals zeigten, können wir uns durch Urzeugung unmittelbar nicht Zellen entſtanden denken, ſondern nur Moneren, Urweſen der denkbar einfachſten Art, gleich den noch jetzt lebenden

Protamoeben, Protomyxen u. ſ. w. (S. 167, Fig. 1). Nur ſolche ſtructurloſe Schleimkörperchen, deren ganzer eiweißartiger Leib ſo gleichartig in ſich wie ein anorganiſcher Kryſtall iſt, und die dennoch die beiden organiſchen Grundfunctionen der Ernährung und Fortpflanzung vollziehen, konnten unmittelbar im Beginn der laurentiſchen Zeit aus anorganiſcher Materie durch Autogonie entſtehen. Während einige Moneren auf der urſprünglichen einfachen Bildungsſtufe verharrten, bildeten ſich andere allmählich zu Zellen um, indem der innere Kern des Eiweißleibes ſich von dem äußeren Zellſtoff ſonderte. Andererſeits bildete ſich durch Differenzirung der äußerſten Zellſtoffſchicht ſowohl um einfache (kernloſe) Cytoden, als um nackte (aber kernhaltige) Zellen) eine äußere Hülle (Membran oder Schale). Durch dieſe beiden Sonderungsvorgänge in dem einfachen Urſchleim des Monerenleibes, durch die Bildung eines Kerns im Inneren, einer Hülle an der äußeren Oberfläche des Plasmakörpers, entſtanden aus den urſprünglichen einfachſten Cytoden, den Moneren, jene vier verſchiedenen Arten von Plaſtiden oder Individuen erſter Ordnung, aus denen weiterhin alle übrigen Organismen durch Differenzirung und Zuſammenſetzung ſich entwickeln konnten. (Vergl. oben S. 308.)

Hier wird ſich Ihnen nun zunächſt die Frage aufdrängen: Stammen alle organiſchen Cytoden und Zellen, und mithin auch jene Stammzellen, welche wir vorher als die Stammeltern der wenigen großen Hauptgruppen des Thier- und Pflanzenreichs betrachtet haben, von einer einzigen urſprünglichen Monerenform ab, oder giebt es mehrere verſchiedene organiſche Stämme, deren jeder von einer eigenthümlichen, ſelbſtſtändig durch Urzeugung entſtandenen Monerenart abzuleiten iſt. Mit anderen Worten: *Iſt die ganze organiſche Welt gemeinſamen Urſprungs, oder verdankt ſie mehrfachen Urzeugungsakten ihre Entſtehung?* Dieſe genealogiſche Grundfrage ſcheint auf den erſten Blick ein außerordentliches Gewicht zu haben. Indeſſen werden Sie bei näherer Betrachtung bald ſehen, daß ſie daſſelbe nicht beſitzt, vielmehr im Grunde von ſehr untergeordneter Bedeutung iſt.

Laſſen Sie uns hier zunächſt den Begriff des organiſchen Stammes näher in's Auge faſſen und feſt begrenzen. Wir verſtehen unter Stamm oder Phylum die Geſammtheit aller derjenigen Organismen, deren Blutsverwandtſchaft, deren Abſtammung von einer gemeinſamen Stammform aus anatomiſchen und entwickelungsgeſchichtlichen Gründen nicht zweifelhaft ſein kann, oder doch wenigſtens in hohem Maße wahrſcheinlich iſt. Unſere Stämme oder Phylen fallen alſo weſentlich dem Begriffe nach zuſammen mit jenen wenigen „großen Klaſſen" oder „Hauptklaſſen", von denen auch Darwin glaubt, daß eine jede nur blutsverwandte Organismen enthält, und von denen er ſowohl im Thierreich als im Pflanzenreich nur ſehr wenige, in jedem Reiche etwa vier bis fünf annimmt. Im Thierreich würden dieſe Stämme im Weſentlichen mit jenen vier bis ſechs Hauptabtheilungen zuſammenfallen, welche die Zoologen ſeit Bär und Cuvier als „Hauptformen, Generalpläne, Zweige oder Kreiſe" des Thierreichs unterſcheiden (vergl. S. 48). Bär und Cuvier unterſchieden deren nur vier, nämlich 1. die Wirbelthiere (Vertebrata); 2. die Gliederthiere (Articulata); 3. die Weichthiere (Mollusca) und 4. die Strahlthiere (Radiata). Gegenwärtig unterſcheidet man gewöhnlich ſechs, indem man den Stamm der Gliederthiere in die beiden Stämme der Gliederfüßer (Arthropoda) und der Würmer (Vermes) trennt, und ebenſo den Stamm der Strahlthiere in die beiden Stämme der Sternthiere (Echinoderma) und der Pflanzenthiere (Zoophyta) zerlegt. Innerhalb jedes dieſer ſechs Stämme zeigen alle dazu gehörigen Thiere trotz großer Mannichfaltigkeit in der äußeren Form und im inneren Bau dennoch ſo zahlreiche und wichtige gemeinſame Grundzüge, daß wir an ihrer Blutsverwandtſchaft nicht zweifeln können. Daſſelbe gilt auch von den ſechs großen Hauptklaſſen, welche die neuere Botanik im Pflanzenreiche unterſcheidet, nämlich 1. die Blumenpflanzen (Phanerogamae); 2. die Farne (Filicinae); 3. die Moſe (Muscinae); 4. die Flechten (Lichenes); 5. die Pilze (Fungi) und 6. die Tange (Algae). Die letzten drei Gruppen zeigen ſelbſt wiederum unter ſich

ſo nahe Beziehungen, daß man ſie als Thallusp flanzen (Thallophyta) den drei erſten Hauptklaſſen gegenüber ſtellen, und ſomit die Zahl der Phylen oder Hauptgruppen des Pflanzenreichs auf vier beſchränken könnte. Auch Moſe und Farne könnte man als Prothallusp flanzen (Prothallophyta) zuſammenfaſſen und dadurch die Zahl der Pflanzenſtämme auf drei erniedrigen: Blumenpflanzen, Prothallospflanzen und Thallospflanzen.

Nun ſprechen aber ſehr gewichtige Thatſachen der Anatomie und der Entwickelungsgeſchichte ſowohl im Thierreich als im Pflanzenreich für die Vermuthung, daß auch dieſe wenigen Hauptklaſſen oder Stämme noch an ihrer Wurzel zuſammenhängen, d. h. daß ihre niederſten und älteſten Stammformen unter ſich wiederum blutsverwandt ſind. Ja bei weiter gehender Unterſuchung werden wir noch einen Schritt weiter und zu Darwin's Annahme hingedrängt, daß auch die beiden Stammbäume des Thier- und Pflanzenreichs an ihrer tiefſten Wurzel zuſammenhängen, daß auch die niederſten und älteſten Thiere und Pflanzen von einem einzigen gemeinſamen Urweſen abſtammen. Natürlich könnte nach unſerer Anſicht dieſer gemeinſame Urorganismus nur ein durch Urzeugung entſtandenes Moner ſein.

Vorſichtiger werden wir vorläufig jedenfalls verfahren, wenn wir dieſen letzten Schritt noch vermeiden, und wahre Blutsverwandtſchaft nur innerhalb jedes Stammes oder Phylum annehmen, wo ſie durch die Thatſachen der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Phylogenie unzweifelhaft ſicher geſtellt wird. Aber ſchon jetzt können wir bei dieſer Gelegenheit darauf hinweiſen, daß zwei verſchiedene Grundformen der genealogiſchen Hypotheſen möglich ſind, und daß alle verſchiedenen Unterſuchungen der Deſcendenztheorie über den Urſprung der organiſchen Formengruppen ſich künftig entweder mehr in der einen oder mehr in der anderen von dieſen beiden Richtungen bewegen werden. Die einheitliche (einſtämmige oder monophyletiſche) Abſtammungshypotheſe wird beſtrebt ſein, den erſten Urſprung ſowohl aller einzelnen Organismengruppen als auch der Geſammtheit derſelben auf eine einzige gemeinſame, durch Urzeugung entſtandene

Monerenart zurückzuführen (S. 398). Die vielheitliche (vielſtämmige oder polyphyletiſche) Deſcendenzhypotheſe dagegen wird annehmen, daß mehrere verſchiedene Monerenarten durch Urzeugung entſtanden ſind, und daß dieſe mehreren verſchiedenen Hauptklaſſen (Stämmen oder Phylen) den Urſprung gegeben haben (S. 399). Im Grunde iſt der ſcheinbar ſehr bedeutende Gegenſatz zwiſchen dieſen beiden Hypotheſen von ſehr geringer Wichtigkeit. Denn beide, ſowohl die einheitliche oder monophyletiſche, als die vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe, müſſen nothwendig auf Moneren als auf die älteſte Wurzel des einen oder der vielen organiſchen Stämme zurückgehen. Da aber der ganze Körper aller Moneren nur aus einer einfachen, ſtructurloſen und formloſen Maſſe, einer einzigen eiweißartigen Kohlenſtoffverbindung beſteht, ſo können die Unterſchiede der verſchiedenen Moneren nur chemiſcher Natur ſein und nur in einer verſchiedenen atomiſtiſchen Zuſammenſetzung jener ſchleimartigen Eiweißverbindung beſtehen. Dieſe feinen und verwickelten Miſchungsverſchiedenheiten der unendlich mannichfaltig zuſammengeſetzten Eiweißverbindungen ſind aber vorläufig für die rohen und groben Erkenntnißmittel des Menſchen gar nicht erkennbar, und daher auch für unſere vorliegende Aufgabe zunächſt von weiter keinem Intereſſe.

Die Frage von dem einheitlichen oder vielheitlichen Urſprung wird ſich auch innerhalb jedes einzelnen Stammes immer wiederholen, wo es ſich um den Urſprung einer kleineren oder größeren Gruppe handelt. Im Pflanzenreiche z. B. werden die einen Botaniker mehr geneigt ſein, die ſämmtlichen Blumenpflanzen von einer einzigen Farnform abzuleiten, während die anderen die Vorſtellung vorziehen werden, daß mehrere verſchiedene Phanerogamengruppen aus mehreren verſchiedenen Farngruppen hervorgegangen ſind. Ebenſo werden im Thierreiche die einen Zoologen mehr zu Gunſten der Annahme ſein, daß ſämmtliche placentalen Säugethiere von einer einzigen Beutelthierform abſtammen, die anderen dagegen mehr zu Gunſten der entgegengeſetzten Annahme, daß mehrere verſchiedene Gruppen von Placentalthieren aus mehreren verſchiedenen Beutelthiergruppen hervorgegangen

ſind. Was das Menſchengeſchlecht ſelbſt betrifft, ſo werden die Einen den Urſprung deſſelben aus einer einzigen Affenform vorziehen, während die Anderen ſich mehr zu der Vorſtellung neigen werden, daß mehrere verſchiedene Menſchenarten unabhängig von einander aus mehreren verſchiedenen Affenarten entſtanden ſind. Ohne uns hier ſchon beſtimmt für die eine oder die andere Auffaſſung auszuſprechen, wollen wir dennoch die Bemerkung nicht unterdrücken, daß im Allgemeinen die einſtämmigen oder monophyletiſchen Deſcendenzhypotheſen den Vorzug vor den vielſtämmigen oder polyphyletiſchen Abſtammungshypotheſen verdienen. Dem früher erörterten chorologiſchen Satze von dem einfachen „Schöpfungsmittelpunkte“ oder der einzigen Urheimath der meiſten Species entſprechend, werden wir annehmen dürfen, daß auch die Stammform einer jeden größeren und kleineren natürlichen Gruppe nur einmal im Laufe der Zeit und nur an einem Orte der Erde entſtanden iſt. Insbeſondere darf man für alle einigermaßen differenzirten und höher entwickelten Gruppen des Thier- und Pflanzenreichs dieſe einfache Stammeswurzel, dieſen monophyletiſchen Urſprung als geſichert annehmen (vergl. S. 313). Dagegen iſt es ſehr wohl möglich, daß die entwickeltere Deſcendenztheorie der Zukunft den polyphyletiſchen Urſprung für viele ſehr niedere und unvollkommene Gruppen der beiden organiſchen Reiche nachweiſen wird.

Aus dieſem Grunde halte ich es für das Beſte, gegenwärtig für das Thierreich einerſeits, für das Pflanzenreich andrerſeits eine einſtämmige oder monophyletiſche Deſcendenzhypotheſe anzunehmen. Hiernach würden alſo die oben genannten ſechs Stämme oder Phylen des Thierreichs an ihrer unterſten Wurzel zuſammenhängen, und ebenſo die erwähnten drei bis ſechs Hauptklaſſen oder Phylen des Pflanzenreichs von einer gemeinſamen älteſten Stammform abzuleiten ſein. Wie der Zuſammenhang dieſer Stämme zu denken iſt, werde ich in den nächſten Vorträgen erläutern. Zunächſt aber müſſen wir uns hier noch mit einer ſehr merkwürdigen Gruppe von Organismen beſchäftigen, welche weder in den Stammbaum des

Pflanzenreichs, noch in den Stammbaum des Thierreichs ohne künstlichen Zwang eingereiht werden können. Diese interessanten und wichtigen Organismen sind die Urwesen oder Protisten.

Sämmtliche Organismen, welche wir als Protisten zusammenfassen, zeigen in ihrer äußeren Form, in ihrem inneren Bau und in ihren gesammten Lebenserscheinungen eine so merkwürdige Mischung von thierischen und pflanzlichen Eigenschaften, daß sie mit klarem Rechte weder dem Thierreiche, noch dem Pflanzenreiche zugetheilt werden können, und daß seit mehr als zwanzig Jahren ein endloser und fruchtloser Streit darüber geführt wird, ob sie in jenes oder in dieses einzuordnen seien. Die meisten Protisten oder Urwesen sind von so geringer Größe, daß man sie mit bloßem Auge nur schwer oder gar nicht wahrnehmen kann. Daher ist die Mehrzahl derselben erst im Laufe der letzten fünfzig Jahre bekannt geworden, seit man mit Hülfe der verbesserten und allgemein verbreiteten Mikroskope diese winzigen Organismen häufiger beobachtete und genauer untersuchte. Aber sobald man dadurch näher mit ihnen vertraut wurde, erhoben sich auch alsbald endlose Streitigkeiten über ihre eigentliche Natur und ihre Stellung im natürlichen Systeme der Organismen. Viele von diesen zweifelhaften Urwesen wurden von den Botanikern für Thiere, von den Zoologen für Pflanzen erklärt; es wollte sie keiner von Beiden haben. Andere wurden umgekehrt sowohl von den Botanikern für Pflanzen, als von den Zoologen für Thiere erklärt; jeder wollte sie haben. Diese Widersprüche sind nicht etwa durch unsere unvollkommene Kenntniß der Protisten, sondern wirklich durch ihre wahre Natur bedingt. In der That zeigen die meisten Protisten eine so bunte Vermischung von mancherlei thierischen und pflanzlichen Charakteren, daß es lediglich der Willkür des einzelnen Beobachters überlassen bleibt, ob er sie dem Thier- oder Pflanzenreich einreihen will. Je nachdem er diese beiden Reiche definirt, je nachdem er diesen oder jenen Charakter als bestimmend für die Thiernatur oder für die Pflanzennatur ansieht, wird er die einzelnen Protistenklassen bald dem Thierreiche bald dem Pflanzenreiche zuertheilen. Diese systematische Schwierigkeit ist aber dadurch

zu einem ganz unauflöslichen Knoten geworden, daß alle neueren Unterſuchungen über die niederſten Organismen die bisher übliche ſcharfe Grenze zwiſchen Thier- und Pflanzenreich völlig verwiſcht, oder wenigſtens dergeſtalt zerſtört haben, daß ihre Wiederherſtellung nur mittelſt einer ganz künſtlichen Definition beider Reiche möglich iſt. Aber auch in dieſe Definition wollen viele Protiſten durchaus nicht hineinpaſſen.

Aus dieſen und vielen anderen Gründen iſt es jedenfalls, wenigſtens vorläufig das Beſte, die zweifelhaften Zwitterweſen ſowohl aus dem Thierreiche als aus dem Pflanzenreiche auszuweiſen, und in einem zwiſchen beiden mitten inneſtehenden dritten organiſchen Reiche zu vereinigen. Dieſes vermittelnde Zwiſchenreich habe ich als Reich der Urweſen (Protista) in meiner allgemeinen Anatomie (im erſten Bande der generellen Morphologie) ausführlich begründet (Gen. Morph. I, S. 191—238). In meiner Monographie der Moneren [15]) habe ich kürzlich daſſelbe in etwas veränderter Begrenzung und in ſchärferer Definition erläutert. Als ſelbſtſtändige Klaſſen des Protiſtenreichs kann man gegenwärtig etwa folgende acht Gruppen anſehen: 1. die noch gegenwärtig lebenden Moneren; 2. die Amoeboiden oder Protoplaſten; 3. die Geißelſchwärmer oder Flagellaten; 4. die Flimmerkugeln oder Katallakten; 5. die Labyrinthläufer oder Labyrinthuleen; 6. die Kieſelzellen oder Diatomeen; 7. die Schleimpilze oder Myxomyceten; 8. die Wurzelfüßer oder Rhizopoden.

Die wichtigſten Gruppen, welche gegenwärtig in dieſen acht Protiſtenklaſſen unterſchieden werden können, ſind in der nachſtehenden ſyſtematiſchen Tabelle (S. 377) namentlich angeführt. Wahrſcheinlich wird die Anzahl dieſer Protiſten durch die fortſchreitenden Unterſuchungen über die Ontogenie der einfachſten Lebensformen, die erſt ſeit kurzer Zeit mit größerem Eifer betrieben werden, in Zukunft noch beträchtlich vermehrt werden. Mit den meiſten der genannten Klaſſen iſt man erſt in den letzten zehn Jahren genauer bekannt geworden. Die Moneren und Labyrinthuleen ſind ſogar erſt vor wenigen Jahren, und die Katallakten erſt im letzten Jahre überhaupt entdeckt worden. Wahrſcheinlich ſind auch ſehr zahlreiche Protiſtengruppen in früheren Perio-

den ausgestorben, ohne uns bei ihrer größtentheils sehr weichen Körperbeschaffenheit fossile Reste hinterlassen zu haben. Von den jetzt noch lebenden niedersten Organismengruppen könnte man dem Protistenreiche auch noch vier andere Klassen anschließen, nämlich einerseits 9. die Phykochromalgen oder Phykochromaceen und 10. die Pilze oder Fungen; andrerseits 11. die Schwämme oder Spongien und 12. die Meerleuchten oder Noctiluken. Indessen erscheint es (für unsere Betrachtung hier wenigstens) vortheilhafter, die beiden letzten Klassen im Thierreich, die beiden ersteren im Pflanzenreich stehen zu lassen.

Der Stammbaum des Protistenreichs ist noch in das tiefste Dunkel gehüllt. Die eigenthümliche Verbindung von thierischen und pflanzlichen Eigenschaften, der indifferente und unbestimmte Charakter ihrer Formverhältnisse und Lebenserscheinungen, dabei andrerseits eine Anzahl von mehreren, ganz eigenthümlichen Merkmalen, welche die meisten der genannten Klassen scharf von den anderen trennen, vereiteln vorläufig noch jeden Versuch, ihre Blutsverwandtschaft untereinander, oder mit den niedersten Thieren einerseits, mit den niedersten Pflanzen andrerseits, bestimmter zu erkennen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die genannten und noch viele andere uns unbekannte Protistenklassen ganz selbstständige organische Stämme oder Phylen darstellen, deren jeder sich aus einer, vielleicht sogar aus mehreren, durch Urzeugung entstandenen Moneren unabhängig entwickelt hat. Will man dieser vielstämmigen oder polyphyletischen Descendenzhypothese nicht beipflichten, und zieht man die einstämmige oder monophyletische Annahme von der Blutsverwandtschaft aller Organismen vor, so wird man die verschiedenen Protistenklassen als niedere Wurzelschößlinge zu betrachten haben, aus derselben einfachen Monerenwurzel herausſprossend, aus welcher die beiden mächtigen und vielverzweigten Stammbäume einerseits des Thierreichs, andrerseits des Pflanzenreichs entstanden sind. Bevor ich Ihnen diese schwierige Frage näher erläutere, wird es wohl passend sein, noch Einiges über den Inhalt der vorstehend angeführten Protistenklassen und ihre allgemeine Naturgeschichte vorauszuschicken.

Syſtematiſche Ueberſicht

über die

größeren und kleineren Gruppen des Protiſtenreichs.

Klaſſen des Protiſtenreichs.	Syſtematiſcher Name der Klaſſen.	Ordnungen oder Familien der Klaſſen.	Ein Gattungsname als Beiſpiel.
1. Moneren	Monera	1. Gymnomonera	Protogenes
		2. Lepomonera	Protomyxa
2. Protoplaſten	Amoeboida	1. Gymnamoebae	Amoeba
		2. Lepamoebae	Arcella
		3. Gregarinae	Monocystis
3. Geißelſchwärmer	Flagellata	1. Nudiflagellata	Euglena
		2. Cilioflagellata	Peridinium
4. Flimmerkugeln	Catallacta	1. Catallacta	Magosphaera
5. Labyrinthläufer	Labyrinthuleae	1. Labyrinthuleae	Labyrinthula
6. Kieſelzellen	Diatomea	1. Striata	Navicula
		2. Vittata	Tabellaria
		3. Areolata	Coscinodiscus
7. Schleimpilze	Myxomycetes	1. Physareae	Aethalium
		2. Stemoniteae	Stemonitis
		3. Trichiaceae	Arcyria
		4. Lycogaleae	Reticularia
8. Wurzelfüßer oder Rhizopoden	I. Acyttaria	1. Monothalamia	Gromia
		2. Polythalamia	Nummulina
	II. Heliozoa	1. Heliozoa	Actinosphaerium
	III. Radiolaria	1. Monocyttaria	Cyrtidosphaera
		2. Polycyttaria	Collosphaera.

Digitized by Google

Daß ich hier wieder mit den merkwürdigen Moneren (Monera) als erster Klasse des Protistenreichs beginne, wird Ihnen vielleicht seltsam vorkommen, da ich ja Moneren als die ältesten Stammformen aller Organismen ohne Ausnahme ansehe. Allein was sollen wir sonst mit den gegenwärtig noch lebenden Moneren anfangen? Wir wissen Nichts von ihrem paläontologischen Ursprung, wir wissen Nichts von irgend welchen Beziehungen derselben zu niederen Thieren oder Pflanzen, wir wissen Nichts von ihrer möglichen Entwickelungsfähigkeit zu höheren Organismen. Das strukturlose und homogene Schleimklümpchen, welches ihren ganzen Körper bildet (Fig. 8), ist

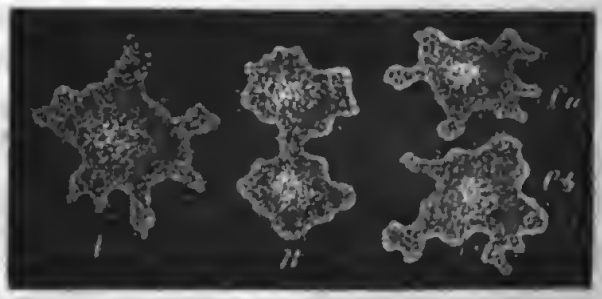


Fig. 8. Protamoeba primitiva, ein Moner des süßen Wassers, stark vergrößert. *A.* Das ganze Moner mit seinen formwechselnden Fortsätzen. *B.* Dasselbe beginnt sich in zwei Hälften zu theilen. *C.* Die Trennung der beiden Hälften ist vollständig geworden und jede stellt nun ein selbstständiges Individuum dar.

ebenso die älteste und ursprünglichste Grundlage der thierischen wie der pflanzlichen Plastiden. Offenbar würde es daher ebenso willkürlich und grundlos sein, wenn man sie dem Thierreiche, als wenn man sie dem Pflanzenreiche anschließen wollte. Jedenfalls verfahren wir vorläufig am vorsichtigsten und am meisten kritisch, wenn wir die gegenwärtig noch lebenden Moneren, deren Zahl und Verbreitung vielleicht sehr groß ist, als eine ganz besondere selbstständige Klasse zusammenfassen, welche wir allen übrigen Klassen sowohl des Protistenreichs, als des Pflanzenreichs und des Thierreichs gegenüber stellen. Durch die vollkommene Gleichartigkeit ihrer ganzen eiweißartigen Körpermasse, durch den völligen Mangel einer Zusammensetzung aus ungleichartigen Theilchen schließen sich, rein morphologisch betrachtet, die Moneren näher an die Anorgane als an die Organismen an, und vermitteln offenbar

den Uebergang zwiſchen anorganiſcher und organiſcher Körperwelt, wie ihn die Hypotheſe der Urzeugung annimmt. Die Formen und die Lebenserſcheinungen der jetzt noch lebenden Moneren (Protamoeba, Protogenes, Protomyxa etc.) habe ich in meiner „Monographie der Moneren“ [15]) ausführlich beſchrieben und abgebildet, auch das Wichtigſte davon kurz im achten Vortrage angeführt (S. 164—167). Daher wiederhole ich hier nur als Beiſpiel die Abbildung der ſüßwaſſerbewohnenden Protamöba (Fig. 8) und füge außerdem noch die Abbildung einer Form des Bathybius hinzu, jenes merkwürdigen von Huxley entdeckten Moneres, das in Geſtalt von nackten Protoplasma-Klumpen und Schleimnetzen die größten Meerestiefen bewohnt (S. 165).

Fig. 9. Bathybius Haeckelii, das „Urſchleim-Weſen“ der größten Meerestiefen. Die Figur zeigt in ſtarker Vergrößerung bloß jene Form des Bathybius, welche ein nacktes Protoplasma-Netzwerk darſtellt, ohne die Diskolithen und Cyatholithen, welche in anderen Formen deſſelben Moneres gefunden werden, und welche wahrſcheinlich als Ausſcheidungs-Producte deſſelben anzuſehen ſind.

Nicht weniger genealogiſche Schwierigkeiten, als die Moneren, bieten uns die Amoeben der Gegenwart, und die ihnen nächſtverwandten Organismen (Arcelliden und Gregarinen), welche wir hier als eine zweite Protiſtenklaſſe unter dem Namen der Amoeboiden (Protoplasta) zuſammenfaſſen. Man ſtellt dieſe Urweſen jetzt gewöhnlich in das Thierreich, ohne daß man eigentlich einſieht, warum? Denn einfache nackte Zellen, d. h. hüllenloſe und kernführende Plaſtiden, kommen eben ſowohl bei echten Pflanzen als bei echten Thieren vor. Die Fortpflanzungszellen z. B. von vielen Algen (Sporen und Eier) exiſtiren längere oder kürzere Zeit im Waſſer in Form von nackten, kernhaltigen Zellen, die von den nackten Eiern

mancher Thiere (z. B. der Siphonophoren-Medusen) geradezu nicht zu unterscheiden sind. (Vergl. die Abbildung vom nackten Ei des Blasentangs im XVII. Vortrag.) Eigentlich ist jede nackte einfache Zelle, gleichviel ob sie aus dem Thier- oder Pflanzenkörper kömmt, von einer selbstständigen Amoebe nicht wesentlich verschieden. Denn diese letztere ist selbst Nichts weiter als eine einfache Urzelle, ein nacktes Klümpchen von Zellstoff oder Plasma, welches einen Kern enthält. Die Zusammenziehungsfähigkeit oder Contractilität dieses Plasma aber, welche die freie Amoebe im Ausstrecken und Einziehen formwechselnder Fortsätze zeigt, ist eine allgemeine Lebenseigenschaft des organischen Plasma eben sowohl in den thierischen wie in den pflanzlichen Plastiden. Wenn eine frei bewegliche, ihre Form beständig ändernde Amoebe in den Ruhezustand übergeht, so zieht sie sich kugelig zusammen und umgiebt sich mit einer ausgeschwitzten Membran. Dann ist sie der Form nach ebenso wenig von einem thierischen Ei als von einer einfachen kugeligen Pflanzenzelle zu unterscheiden (Fig. 10 A).

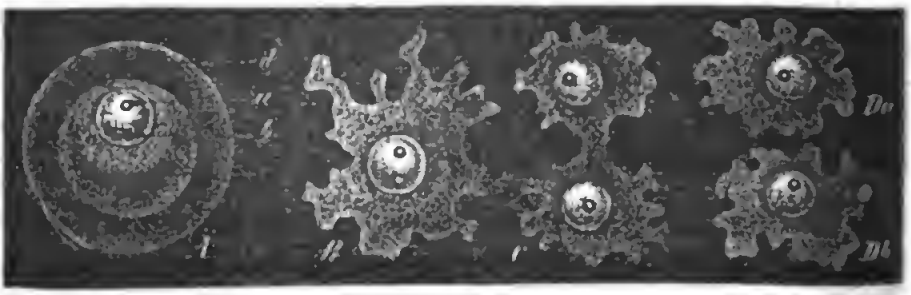


Fig. 10. Amoeba sphaerococcus (eine Amöbenform des süßen Wassers ohne contractile Blase) stark vergrößert. *A.* Die eingekapselte Amöbe im Ruhezustand, bestehend aus einem kugeligen Plasmaklumpen (*c*), welcher einen Kern (*b*) nebst Kernkörperchen (*a*) einschließt. Die einfache Zelle ist von einer Cyste oder Zellenmembran (*d*) umschlossen. *B.* Die freie Amöbe, welche die Cyste oder Zellhaut gesprengt und verlassen hat. *C.* Dieselbe beginnt sich zu theilen, indem ihr Kern in zwei Kerne zerfällt und der Zellstoff zwischen beiden sich einschnürt. *D.* Die Theilung ist vollendet, indem auch der Zellstoff vollständig in zwei Hälften zerfallen ist (*Da* und *Db*).

Nackte kernhaltige Zellen, gleich den in Fig. 10 B abgebildeten, welche in beständigem Wechsel formlose fingerähnliche Fortsätze aus-

ſtrecken und wieder einziehen, und welche man deshalb als Amoeben bezeichnet, finden ſich vielfach und ſehr weit verbreitet im ſüßen Waſſer und im Meere, ja ſogar auf dem Lande kriechend vor. Dieſelben nehmen ihre Nahrung in derſelben Weiſe auf, wie es früher (S. 166) von den Protamoeben beſchrieben wurde. Bisweilen kann man ihre Fortpflanzung durch Theilung (Fig. 10 C, D) beobachten, die ich bereits in einem früheren Vortrage Ihnen geſchildert habe (S. 169). Viele von dieſen formloſen Amoeben ſind neuerdings als jugendliche Entwickelungszuſtände von anderen Protiſten (namentlich den Myxomyceten) oder als abgelöſte Zellen von niederen Thieren und Pflanzen erkannt worden. Die farbloſen Blutzellen der Thiere z. B., auch die im menſchlichen Blute, ſind von Amoeben nicht zu unterſcheiden. Sie können gleich dieſen feſte Körperchen in ihr Inneres aufnehmen, wie ich zuerſt durch Fütterung derſelben mit feinzertheilten Farbſtoffen nachgewieſen habe (Gen. Morph. I, 271). Andere Amoeben dagegen (wie die in Fig. 10 abgebildete) ſcheinen ſelbſtſtändige „gute Species“ zu ſein, indem ſie ſich viele Generationen hindurch unverändert fortpflanzen. Außer den eigentlichen oder nackten Amoeben (Gymnamoebae) finden wir weitverbreitet, beſonders im ſüßen Waſſer, auch beſchalte Amoeben (Lepamoebae), deren nackter Plasmaleib theilweis durch eine mehr oder weniger feſte Schale (Arcella) oder ſelbſt ein aus Steinchen zuſammengeklebtes Gehäuſe (Difflugia) geſchützt iſt. Endlich finden wir im Leibe von vielen niederen Thieren vielfach ſchmarotzende Amoeben vor (Gregarinae), welche durch Anpaſſung an das Schmarotzerleben ihren ganzen Plasmakörper mit einer vollſtändig geſchloſſenen Haut umhüllt haben.

Die einfachen nackten Amoeben ſind für die geſammte Biologie, und insbeſondere für die allgemeine Genealogie, nächſt den Moneren die wichtigſten von allen Organismen. Denn offenbar entſtanden die Amoeben urſprünglich aus einfachen Moneren (Protamoeba) dadurch, daß der erſte wichtige Sonderungsvorgang in ihrem homogenen Schleimkörper ſtattfand, die Differenzirung des inneren Kerns von dem umgebenden Plasma. Dadurch war der große Fortſchritt

von einer einfachen (kernloſen) Cytode zu einer echten (kernhaltigen) Zelle geſchehen (vergl. Fig. 8 A und Fig. 10 B). Indem einige von dieſen Zellen ſich frühzeitig durch Ausſchwitzung einer erſtarrenden Membran abkapſelten, bildeten ſie die erſten Pflanzenzellen, während andere, nackt bleibende, ſich zu den erſten Zellen des Thierkörpers entwickeln konnten. In der Anweſenheit oder dem Mangel einer umhüllenden ſtarren Membran liegt der wichtigſte, obwohl keineswegs durchgreifende Formunterſchied der pflanzlichen und der thieriſchen Zellen. Indem die Pflanzenzellen ſich ſchon frühzeitig durch Einſchließung in ihre ſtarre, dicke und feſte Celluloſe-Schale abkapſeln, gleich der ruhenden Amoebe, Fig. 10 A, bleiben ſie ſelbſtſtändiger und den Einflüſſen der Außenwelt weniger zugänglich, als die weichen, meiſtens nackten oder nur von einer dünnen und biegſamen Haut umhüllten Thierzellen. Daher vermögen aber auch die erſteren nicht ſo wie die letzteren zur Bildung höherer, zuſammengeſetzter Gewebstheile, z. B. Nervenfaſern, Muskelfaſern zuſammenzutreten. Zugleich wird ſich bei den älteſten einzelligen Organismen ſchon frühzeitig der wichtigſte Unterſchied in der thieriſchen und pflanzlichen Nahrungsaufnahme ausgebildet haben. Die älteſten einzelligen Thiere konnten als nackte Zellen, ſo gut wie die freien Amoeben (Fig. 10 B) und die farbloſen Blutzellen, feſte Körperchen in das Innere ihres weichen Leibes aufnehmen, während die älteſten einzelligen Pflanzen, durch ihre Membran abgekapſelt, hierzu nicht mehr fähig waren und bloß flüſſige Nahrung (mittelſt Diffuſion) durch dieſelbe durchtreten laſſen konnten.

Nicht minder zweifelhaft als die Natur der Amoeben iſt diejenige der Geißelſchwärmer (Flagellata), welche wir als eine dritte Klaſſe des Protiſtenreichs betrachten. Auch dieſe zeigt gleich nahe und wichtige Beziehungen zum Pflanzenreich wie zum Thierreich. Einige Flagellaten ſind von den frei beweglichen Jugendzuſtänden echter Pflanzen, namentlich den Schwärmſporen vieler Tange, nicht zu unterſcheiden, während andere ſich unmittelbar den echten Thieren, und zwar den bewimperten Infuſorien (Ciliata) anſchließen. Die

Fig. 11. Ein einzelner Geißelschwärmer (Euglena striata) stark vergrößert. Oben ist die fadenförmige schwingende Geißel sichtbar, in der Mitte der runde Zellenkern mit seinem Kernkörperchen.

Geißelschwärmer sind einfache Zellen, welche entweder einzeln (Fig. 11) oder zu Colonien vereinigt im süßen und salzigen Wasser leben. Ihr charakteristischer Körpertheil ist ein sehr beweglicher, einfacher oder mehrfacher, peitschenförmiger Anhang (Geißel oder Flagellum), mittelst dessen sie lebhaft im Wasser umherschwärmen. Die Klasse zerfällt in zwei Ordnungen. Bei den bewimperten Geißelschwärmern (Cilioflagellata) ist außer der langen Geißel auch noch ein Kranz von kurzen Wimpern vorhanden, welcher den unbewimperten Geißelschwärmern (Nudoflagellata) fehlt. Zu den ersteren gehören namentlich die kieselschaligen gelben Peridinien, welche sich an dem Leuchten des Meeres stark betheiligen, zu den letzteren die grünen Euglenen, welche oft durch ihre ungeheuren Individuenmassen unsere Teiche im Frühjahr ganz grün färben.

Eine sehr merkwürdige neue Protistenform, welche ich Flimmerkugel (Magosphaera) genannt habe, ist erst im letzten Herbste (im September 1869) von mir an der norwegischen Küste entdeckt worden (Fig. 12). Bei der Insel Gis-Oe in der Nähe von Bergen fing ich an der Oberfläche des Meeres schwimmend äußerst zierliche kleine Ku-

Fig. 12. Die norwegische Flimmerkugel (Magosphaera planula) mittelst ihres Flimmerkleides umherschwimmend, von der Oberfläche gesehen.

geln, zusammengesetzt aus einer Anzahl von (ungefähr 30—40) wimpernden birnförmigen Zellen, die mit ihren spitzen Enden strahlenartig im Mittelpunkt der Kugel vereinigt waren. Nach einiger Zeit löste sich die Kugel

auf. Die einzelnen Zellen ſchwammen ſelbſtſtändig im Waſſer umher, ähnlich gewiſſen bewimperten Infuſorien oder Ciliaten. Dieſe ſenkten ſich nachher zu Boden, zogen ihre Wimperhaare in ihren Leib zurück und gingen allmählich in die Form einer kriechenden Amoebe über (ähnlich Fig. 10 B). Die letztere kapſelte ſich ſpäter ein (wie in Fig. 10 A) und zerfiel dann durch fortgeſetzte Zweitheilung in eine große Anzahl von Zellen (ganz wie bei der Eifurchung, Fig. 6, S. 266). Die Zellen bedeckten ſich mit Flimmerhäärchen, durchbrachen die Kapſelhülle und ſchwammen nun wieder in der Form einer wimpernden Kugel umher (Fig. 12). Offenbar läßt ſich dieſer wunderbare Organismus, der bald als einfache Amoebe, bald als einzelne bewimperte Zelle, bald als vielzellige Wimperkugel erſcheint, in keiner der anderen Protiſtenklaſſen unterbringen und muß als Repräſentant einer neuen ſelbſtſtändigen Gruppe angeſehen werden. Da dieſelbe zwiſchen mehreren Protiſten in der Mitte ſteht und dieſelben mit einander verknüpft, kann ſie den Namen der Vermittler oder Katallakten führen.

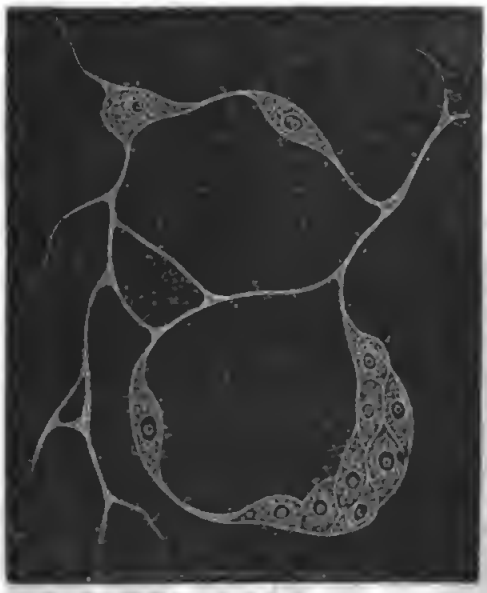


Fig. 13. Labyrinthula macrocystis (ſtark vergrößert). Unten eine Gruppe von zuſammengehäuften Zellen, von denen ſich links eine ſo eben abtrennt; oben zwei einzelne Zellen, welche in dem ſtarren netzförmigen Gerüſte ihrer „Fadenbahn" umherrutſchen.

Nicht weniger räthſelhafter Natur ſind die Protiſten der fünften Klaſſe, die Labyrinthläufer (Labyrinthuleae), welche erſt kürzlich von Cienkowski an Pfählen im Seewaſſer entdeckt wurden (Fig. 13). Es ſind ſpindelförmige, meiſtens dottergelb gefärbte Zellen, welche bald in dichten Haufen zu Klumpen vereinigt ſitzen, bald in höchſt eigenthümlicher Weiſe ſich um-

herbewegen. Sie bilden dann in noch unerklärter Weiſe ein netzförmiges Gerüſt von labyrinthiſch verſchlungenen Strängen, und in der ſtarren „Fadenbahn" dieſes Gerüſtes rutſchen ſie umher. Der Geſtalt nach würde man die Zellen der Labyrinthuleen für einfachſte Pflanzen, der Bewegung nach für einfachſte Thiere halten. In der That ſind ſie weder Thiere noch Pflanzen.

Fig. 14. Navicula hippocampus (ſtark vergrößert). In der Mitte der kieſelſchaligen Zelle iſt der Zellenkern (Nukleus) nebſt ſeinem Kernkörperchen (Nukleolus) ſichtbar.

Den Labyrinthuleen vielleicht nächſtverwandt ſind die Kieſelzellen (Diatomeae), eine ſechſte Protiſtenklaſſe. Dieſe Urweſen, welche jetzt meiſtens für Pflanzen, aber von einigen berühmten Naturforſchern noch heute für Thiere gehalten werden, bevölkern in ungeheuren Maſſen und in einer unendlichen Mannichfaltigkeit der zierlichſten Formen das Meer und die ſüßen Gewäſſer. Meiſt ſind es mikroſkopiſch kleine Zellen, welche entweder einzeln (Fig. 14) oder in großer Menge vereinigt leben, und entweder feſtgewachſen ſind oder ſich in eigenthümlicher Weiſe rutſchend, ſchwimmend oder kriechend, umherbewegen. Ihr weicher Zellenleib, der durch einen charakteriſtiſchen Farbſtoff bräunlich gelb gefärbt iſt, wird ſtets von einer feſten und ſtarren Kieſelſchale umſchloſſen, welche die zierlichſten und mannichfaltigſten Formen beſitzt. Dieſe Kieſelhülle iſt nur durch eine oder ein paar Spalten nach außen geöffnet und läßt dadurch den eingeſchloſſenen weichen Plasmaleib mit der Außenwelt communiciren. Die Kieſelſchalen finden ſich maſſenhaft verſteinert vor und ſetzen manche Geſteine, z. B. den Biliner Polirſchiefer, das ſchwediſche Bergmehl u. ſ. w. vorwiegend zuſammen.

Eine ſiebente Protiſtenklaſſe bilden die merkwürdigen Schleimpilze (Myxomycetes). Dieſe galten früher allgemein für Pflanzen, für echte Pilze, bis vor zehn Jahren der Botaniker de Bary durch

Fig. 15. Ein gestielter Fruchtkörper (Sporenblase, mit Sporen angefüllt) von einem Myxomyceten (Physarum albipes), schwach vergrößert.

Entdeckung ihrer Ontogenie nachwies, daß dieselben gänzlich von den Pilzen verschieden, und eher als niedere Thiere zu betrachten seien. Allerdings ist der reife Fruchtkörper derselben eine rundliche, oft mehrere Zoll große, mit feinem Sporenpulver und weichen Flocken gefüllte Blase (Fig. 15), wie bei den bekannten Bovisten oder Bauchpilzen (Gastromycetes). Allein aus den Keimkörnern oder Sporen derselben kommen nicht die charakteristischen Fadenzellen oder Hyphen der echten Pilze hervor, sondern nackte Zellen, welche anfangs in Form von Geißelschwärmern umherschwimmen (Fig. 11), später nach Art der Amoeben umherkriechen (Fig. 10 B) und endlich mit anderen Ihresgleichen zu großen Schleimkörpern oder „Plasmodien" zusammenfließen. Aus diesen entsteht dann unmittelbar der blasenförmige Fruchtkörper. Wahrscheinlich kennen Sie Alle eines von jenen Plasmodien, dasjenige von Aethalium septicum, welches im Sommer als sogenannte „Lohblüthe" in Form einer schöngelben, oft mehrere Fuß breiten, salbenartigen Schleimmasse netzförmig die Lohhaufen und Lohbeete der Gerber durchzieht. Die schleimigen frei kriechenden Jugendzustände dieser Myxomyceten, welche meistens auf faulenden Pflanzenstoffen, Baumrinden u. s. w. in feuchten Wäldern leben, werden mit gleichem Recht oder Unrecht von den Zoologen für Thiere, wie die reifen und ruhenden blasenförmigen Fruchtzustände von den Botanikern für Pflanzen erklärt.

Ebenso zweifelhaft ist auch die Natur der achten und letzten Klasse des Protistenreichs, der Wurzelfüßer (Rhizopoda). Diese merkwürdigen Organismen bevölkern das Meer seit den ältesten Zeiten der organischen Erdgeschichte in einer außerordentlichen Formenmannichfaltigkeit, theils auf dem Meeresboden kriechend, theils an der Ober-

fläche ſchwimmend. Nur ſehr wenige leben im ſüßen Waſſer (Gromia, Actinosphaerium). Die meiſten beſitzen feſte, aus Kalkerde oder Kieſelerde beſtehende und höchſt zierlich zuſammengeſetzte Schalen, welche in verſteinertem Zuſtande ſich vortrefflich erhalten. Oft ſind dieſelben zu dicken Gebirgsmaſſen angehäuft, obwohl die einzelnen Individuen ſehr klein und häufig für das bloße Auge kaum oder gar nicht ſichtbar ſind. Nur wenige erreichen einen Durchmeſſer von einigen Linien oder ſelbſt von ein paar Zollen. Ihren Namen führt die ganze Klaſſe davon, daß ihr nackter ſchleimiger Leib an der ganzen Oberfläche tauſende von äußerſt feinen Schleimfäden ausſtrahlt, falſchen Füßchen, Scheinfüßchen oder Pſeudopodien, welche ſich wurzelförmig veräſteln, netzförmig verbinden, und in beſtändigem Formwechſel gleich den einfacheren Schleimfüßchen der Amoeboiden oder Protoplaſten befindlich ſind. Dieſe veränderlichen Scheinfüßchen dienen ſowohl zur Ortsbewegung, als zur Nahrungsaufnahme.

Die Klaſſe der Wurzelfüßer zerfällt in drei verſchiedene Legionen, die Kammerweſen oder Acyttarien, die Sonnenweſen oder Heliozoen und die Strahlweſen oder Radiolarien. Die erſte und niederſte von dieſen drei Legionen bilden die Kammerweſen (Acyttaria). Hier beſteht nämlich der ganze weiche Leib noch aus einfachem ſchleimigem Zellſtoff oder Protoplasma, das nicht in Zellen differenzirt iſt. Allein trotz dieſer höchſt primitiven Leibesbeſchaffenheit ſchwitzen die Kammerweſen dennoch meiſtens eine feſte, aus Kalkerde beſtehende Schale aus, welche eine große Mannichfaltigkeit zierlicher Formbildung zeigt. Bei den älteren und einfacheren Acyttarien iſt dieſe Schale eine einfache, glockenförmige, röhrenförmige oder ſchneckenhausförmige Kammer, aus deren Mündung ein Bündel von Schleimfäden hervortritt. Im Gegenſatz zu dieſen Einkammerweſen (Monothalamia) beſitzen die Vielkammerweſen (Polythalamia), zu denen die große Mehrzahl der Acyttarien gehört, ein Gehäuſe, welches aus zahlreichen Kammern in ſehr künſtlicher Weiſe zuſammengeſetzt iſt. Bald liegen dieſe Kammern in einer Reihe hinter einander, bald in concentriſchen Kreiſen oder Spiralen ringförmig um einen Mittelpunkt herum, und dann

oft in vielen Etagen übereinander, gleich den Logen eines großen Amphitheaters. Dieſe Bildung beſitzen z. B. die Nummuliten, deren linſengroße Kalkſchalen, zu Milliarden angehäuft, an der Mittelmeerküſte ganze Gebirge zuſammenſetzen. Die Steine, aus denen die egyptiſchen Pyramiden aufgebaut ſind, beſtehen aus ſolchem Nummulitenkalk. In den meiſten Fällen ſind die Schalenkammern der Polythalamien in einer Spirallinie um einander gewunden. Die Kammern ſtehen mit einander durch Gänge und Thüren in Verbindung, gleich den Zimmern eines großen Palaſtes, und ſind nach außen gewöhnlich durch zahlreiche kleine Fenſter geöffnet, aus denen der ſchleimige Körper formwechſelnde Scheinfüßchen ausſtrecken kann. Und dennoch, trotz des außerordentlich verwickelten und zierlichen Baues dieſes Kalklabyrinthes, trotz der unendlichen Mannichfaltigkeit in dem Bau und der Verzierung ſeiner zahlreichen Kammern, trotz der Regelmäßigkeit und Eleganz ihrer Ausführung, iſt dieſer ganze künſtliche Palaſt das ausgeſchwitzte Product einer vollkommen formloſen und ſtructurloſen Schleimmaſſe! Führwahr, wenn nicht ſchon die ganze neuere Anatomie der thieriſchen und pflanzlichen Gewebe unſere Plaſtidentheorie ſtützte, wenn nicht alle allgemeinen Reſultate derſelben übereinſtimmend bekräftigten, daß das ganze Wunder der Lebenserſcheinungen und Lebensformen auf die active Thätigkeit der formloſen Eiweißverbindungen des Protoplasma zurückzuführen iſt, die Polythalamien allein ſchon müßten unſerer Theorie den Sieg verleihen. Denn hier können wir jeden Augenblick die wunderbare, aber unleugbare und zuerſt von Dujardin und Max Schulze[24]) feſtgeſtellte Thatſache durch das Mikroskop nachweiſen, daß der formloſe Schleim des weichen Plasmakörpers, dieſer wahre „Lebensſtoff", die zierlichſten, regelmäßigſten und verwickeltſten Bildungen auszuſcheiden vermag. Dies iſt einfach eine Folge von vererbter Anpaſſung, und wir lernen dadurch verſtehen, wie derſelbe „Urſchleim", daſſelbe Protoplasma, im Körper der Thiere und Pflanzen die verſchiedenſten und complicirteſten Zellenformen erzeugen kann.

Von ganz beſonderem Intereſſe iſt es noch, daß zu den Poly-

thalamien auch der älteste Organismus gehört, dessen Reste uns in versteinertem Zustande erhalten sind. Dies ist das früher bereits erwähnte „kanadische Morgenwesen", Eozoon canadense, welches vor wenigen Jahren in der Ottawaformation (in den tiefsten Schichten des laurentischen Systems) am Ottawaflusse in Canada gefunden worden ist. In der That, durften wir überhaupt erwarten, in diesen ältesten Ablagerungen der Primordialzeit noch organische Reste zu finden, so konnten wir vor Allen auf diese einfachsten und doch mit einer festen Schale bedeckten Protisten hoffen, in deren Organisation der Unterschied zwischen Thier und Pflanze noch nicht ausgeprägt ist.

Von der zweiten Klasse der Wurzelfüßer, von den Sonnenwesen (Heliozoa), kennen wir nur wenige Arten. Eine Art, das sogenannte „Sonnenthierchen", findet sich in unseren süßen Gewässern sehr häufig. Schon im vorigen Jahrhundert wurde dasselbe von Pastor Eichhorn in Danzig beobachtet und nach ihm Actinosphaerium Eichhornii getauft. Es erscheint dem bloßen Auge als ein gallertiges graues Schleimkügelchen von der Größe eines Stecknadelknopfes. Unter dem Mikroskope sieht man Hunderte oder Tausende feiner Schleimfäden von dem centralen Plasmakörper ausstrahlen, und bemerkt, daß seine innere zellige Markschicht von der äußeren blasigen Rindenschicht verschieden ist. Dadurch erhebt sich das kleine Sonnenwesen, trotz des Mangels einer Schale, bereits über die structurlosen Acyttarien und bildet den Uebergang von diesen zu den Radiolarien. Verwandter Natur ist die Gattung Cystophrys.

Die Strahlwesen (Radiolaria) bilden die dritte und letzte Klasse der Rhizopoden. In ihren niederen Formen schließen sie sich eng an die Sonnenwesen und Kammerwesen an, während sie sich in ihren höheren Formen weit über diese erheben. Von Beiden unterscheiden sie sich wesentlich dadurch, daß der centrale Theil des Körpers aus vielen Zellen zusammengesetzt und von einer festen Membran umhüllt ist. Diese geschlossene, meistens kugelige „Centralkapsel" ist in eine schleimige Plasmaschicht eingehüllt, von welcher überall Tausende von höchst feinen Fäden, die verästelten und zusam-

menfließenden Scheinfüßchen, ausstrahlen. Dazwischen sind zahlreiche gelbe Zellen von räthselhafter Bedeutung zerstreut, welche Stärkemehlkörner enthalten. Die meisten Radiolarien zeichnen sich durch ein sehr entwickeltes Skelet aus, welches aus Kieselerde besteht, und eine wunderbare Fülle der zierlichsten und seltsamsten Formen zeigt. Bald bildet dieses Kieselskelet eine einfache Gitterkugel (Fig. 16 s), bald ein künstliches System von mehreren concentrischen Gitterkugeln, welche in einander geschachtelt und durch radiale Stäbe verbunden sind. Meistens strahlen zierliche, oft baumförmig verzweigte Stacheln von der Oberfläche der Kugeln aus. Anderemale besteht das ganze Skelet bloß aus einem Kieselstern und ist dann meistens aus zwanzig, nach einem bestimmten mathematischen Gesetze vertheilten und in einem gemeinsamen Mittelpunkte vereinigten Stacheln zusammengesetzt. Bei noch anderen Radiolarien bildet das Skelet zierliche vielkammerige Gehäuse wie bei den Polythalamien. Es giebt wohl keine andere Gruppe von Organismen, welche eine solche Fülle der verschiedenartigsten Grundformen und eine so geometrische Regelmäßigkeit, verbunden mit der zierlichsten Architektonik, in ihren Skeletbildungen entwickelte. Die meisten der bis jetzt bekannt gewordenen Formen habe ich in dem Atlas abgebildet, der meine Monographie der Radiolarien begleitet[23]). Hier gebe ich Ihnen als Beispiel nur die Abbildung von einer der einfachsten Gestalten, der Cyrtidosphaera echinoides von Nizza[25]). Das Skelet besteht hier bloß aus einer einfachen Gitterkugel (s), welche kurze radiale Stacheln (a) trägt, und welche die Centralkapsel (c) locker umschließt. Von der Schleimhülle, die letztere umgiebt, strahlen sehr zahlreiche und feine Scheinfüßchen (p) aus, welche unten zum Theil zurückgezogen und in eine klumpige Schleimmasse verschmolzen sind. Dazwischen sind viele gelbe Zellen (l) zerstreut.

Während die Acyttarien meistens nur auf dem Grunde des Meeres leben, auf Steinen und Seepflanzen, zwischen Sand und Schlamm mittelst ihrer Scheinfüßchen umherkriechend, schwimmen dagegen die Radiolarien meistens an der Oberfläche des Meeres,

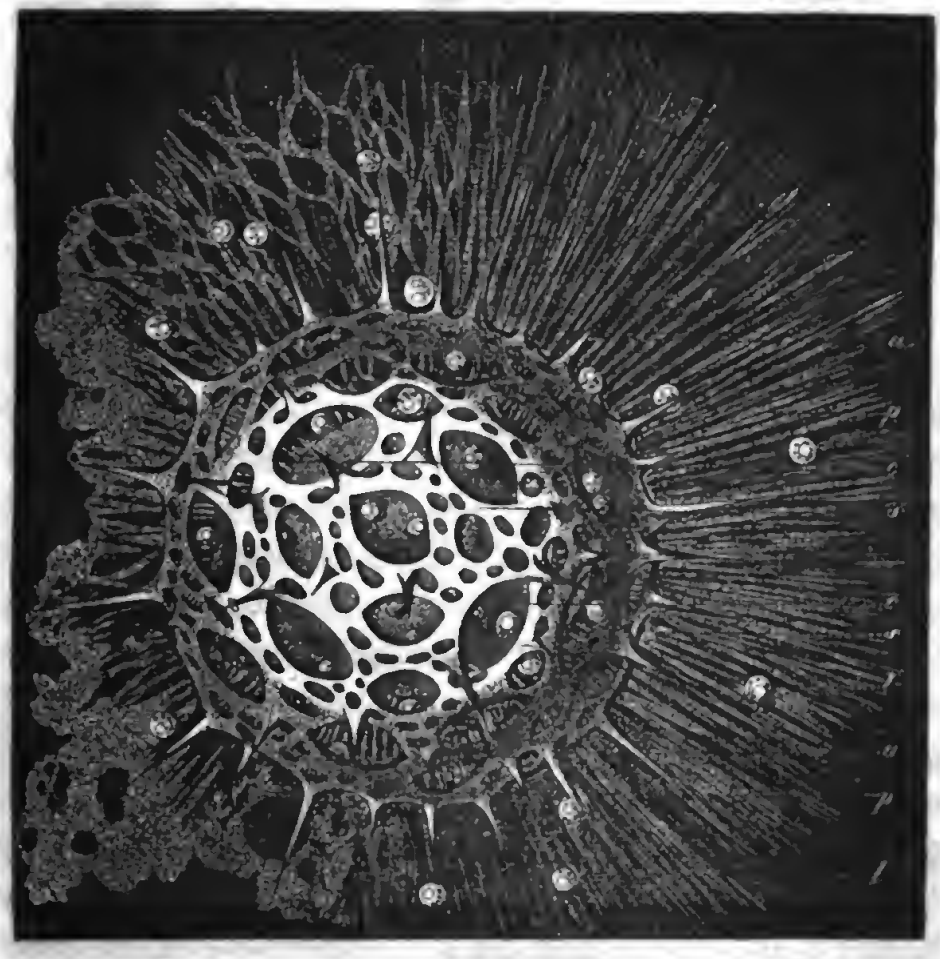


Fig. 16. Cyrtidosphaera echinoides, 400mal vergrößert. c. Kugelige Centralkapsel. s. Gitterförmig durchbrochene Kieselschale. a. Radiale Stacheln, welche von derselben ausstrahlen. p. Pseudopodien oder Scheinfüßchen, welche von der die Centralkapsel umgebenden Schleimhülle ausstrahlen. l. Gelbe kugelige Zellen, welche dazwischen zerstreut sind, und Amylumkörner enthalten.

mit rings ausgestreckten Pseudopodien flottirend. Sie finden sich hier in ungeheuren Mengen beisammen, sind aber meistens so klein, daß man sie bis vor zwanzig Jahren fast völlig übersah und erst seit zwölf Jahren genauer kennen lernte. Fast nur diejenigen Radiolarien, welche in Gesellschaften beisammen leben (Polycyttarien) bilden Gallertklumpen von einigen Linien Durchmesser. Dagegen die meisten einzelnen lebenden (Monocyttarien) kann man mit bloßem Auge nicht sehen. Trotzdem finden sich ihre versteinerten Schalen in solchen Massen angehäuft, daß sie an manchen Stellen ganze

Berge zusammensetzen, z. B. die Nikobareninseln bei Hinterindien und die Insel Barbados in den Antillen.

Da die Meisten von Ihnen mit den eben angeführten acht Protistenklassen vermuthlich nur sehr wenig oder vielleicht gar nicht genauer bekannt sein werden, so will ich jetzt zunächst noch einiges Allgemeine über ihre Naturgeschichte bemerken. Die große Mehrzahl aller Protisten lebt im Meere, theils freischwimmend an der Oberfläche der See, theils auf dem Meeresboden kriechend, oder an Steinen, Muscheln, Pflanzen u. s. w. festgewachsen. Sehr viele Arten von Protisten leben auch im süßen Wasser, aber nur eine sehr geringe Anzahl auf dem festen Lande (z. B. die Myxomyceten, einige Protoplasten). Die meisten können nur durch das Mikroskop wahrgenommen werden, ausgenommen, wenn sie zu Millionen von Individuen zusammengehäuft vorkommen. Nur Wenige erreichen einen Durchmesser von mehreren Linien oder selbst einigen Zollen. Was ihnen aber an Körpergröße abgeht, ersetzen sie durch die Production erstaunlicher Massen von Individuen, und greifen dadurch oft sehr bedeutend in die Oekonomie der Natur ein. Die unverweslichen Ueberreste der gestorbenen Protisten, wie die Kieselschalen der Diatomeen und Radiolarien, die Kalkschalen der Acyttarien, setzen oft dicke Gebirgsschichten zusammen.

In ihren Lebenserscheinungen, insbesondere in Bezug auf Ernährung und Fortpflanzung, schließen sich die einen Protisten mehr den Pflanzen, die anderen mehr den Thieren an. Die Nahrungsaufnahme sowohl als der Stoffwechsel gleicht bald mehr denjenigen der niederen Thiere, bald mehr denjenigen der niederen Pflanzen. Freie Ortsbewegung kommt vielen Protisten zu, während sie anderen fehlt; allein hierin liegt gar kein entscheidender Charakter, da wir auch unzweifelhafte Thiere kennen, denen die freie Ortsbewegung ganz abgeht, und echte Pflanzen, welche dieselbe besitzen. Eine Seele besitzen alle Protisten, so gut wie alle Thiere und wie alle Pflanzen. Die Seelenthätigkeit der Protisten äußert sich in ihrer Reizbarkeit, d. h. in den Bewegungen und anderen Veränderungen, welche in Folge von mechanischen, elektrischen, chemischen Reizen u. s. w. in

ihrem contractilen Protoplasma eintreten. Bewußtsein, Willens- und Denk-Vermögen fehlen vielleicht allen Protisten. Allein dieselben Eigenschaften fehlen in gleichem Grade auch vielen niederen Thieren, während manche von den höheren Thieren in diesen Beziehungen nicht hinter den niederen Menschen zurückstehen. Wie bei allen übrigen Organismen, so sind auch bei den Protisten die Seelenthätigkeiten zurückzuführen auf Molekular-Bewegungen im Protoplasma.

Der wichtigste physiologische Charakter des Protistenreichs liegt in der ausschließlich ungeschlechtlichen Fortpflanzung aller hierher gehörigen Organismen. Die höheren Thiere und Pflanzen vermehren sich fast ausschließlich nur auf geschlechtlichem Wege. Die niederen Thiere und Pflanzen vermehren sich zwar auch vielfach auf ungeschlechtlichem Wege, durch Theilung, Knospenbildung, Keimbildung u. s. w. Allein daneben findet sich bei denselben doch fast immer noch die geschlechtliche Fortpflanzung, oft mit ersterer regelmäßig in Generationen abwechselnd (Metagenesis S. 185). Sämmtliche Protisten dagegen pflanzen sich ausschließlich nur auf dem ungeschlechtlichen Wege fort und der Gegensatz der beiden Geschlechter ist bei ihnen überhaupt noch nicht durch Differenzirung entstanden. Es giebt weder männliche noch weibliche Protisten.

Wie die Protisten in ihren Lebenserscheinungen zwischen Thieren und Pflanzen (und zwar vorzüglich zwischen den niedersten Formen derselben) mitten inne stehen, so gilt dasselbe auch von der chemischen Zusammensetzung ihres Körpers. Einer der wichtigsten Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung des Thier- und Pflanzenkörpers besteht in seiner charakteristischen Skeletbildung. Das Skelet oder das feste Gerüste des Körpers besteht bei den meisten echten Pflanzen aus der stickstofffreien Cellulose, welche ein Ausschwitzungsprodukt des stickstoffhaltigen Zellstoffs oder Protoplasma ist. Bei den meisten echten Thieren dagegen besteht das Skelet gewöhnlich entweder aus stickstoffhaltigen Verbindungen (Chitin u. s. w.), oder aus Kalkerde. In dieser Beziehung verhalten sich die einen Protisten mehr wie Pflanzen, die anderen mehr wie Thiere. Bei Vielen ist das Skelet

vorzugsweiſe oder ganz aus Kieſelerde gebildet, welche ſowohl im Thier- als Pflanzenkörper vorkommt. Der active Lebensſtoff iſt aber in allen Fällen das ſchleimige Protoplasma.

In Bezug auf die Formbildung der Protiſten iſt insbeſondere hervorzuheben, daß die Individualität ihres Körpers faſt immer auf einer außerordentlich tiefen Stufe der Entwickelung ſtehen bleibt. Sehr viele Protiſten bleiben zeitlebens einfache Plaſtiden oder Individuen erſter Ordnung. Andere bilden zwar durch Vereinigung von mehreren Individuen Colonien oder Staaten von Plaſtiden. Allein auch dieſe höheren Individuen zweiter Ordnung verharren meiſtens auf einer ſehr niedrigen Ausbildungsſtufe. Die Bürger dieſer Plaſtidengemeinden bleiben ſehr gleichartig, gehen nur in ſehr geringem Grade Arbeitstheilung ein, und vermögen daher ebenſo wenig ihren ſtaatlichen Organismus zu höheren Leiſtungen zu befähigen, als etwa die Wilden Neuhollands dies im Stande ſind. Der Zuſammenhang der Plaſtiden bleibt auch meiſtens ſehr locker, und jede einzelne bewahrt in hohem Maße ihre individuelle Selbſtſtändigkeit. Individualitäten höherer Ordnung, wie ſie im Thier- und Pflanzenreiche ſehr allgemein ausgebildet ſind, finden wir unter den Protiſten nur ſelten.

Ein zweiter Formcharakter, welcher nächſt der niederen Individualitätsſtufe die Protiſten beſonders auszeichnet, iſt der niedere Ausbildungsgrad ihrer ſtereometriſchen Grundform. Wie ich in meiner Grundformenlehre (im vierten Buche der generellen Morphologie) gezeigt habe, iſt bei den meiſten Organismen ſowohl in der Geſammtbildung des Körpers als in der Form der einzelnen Theile eine beſtimmte geometriſche Grundform nachzuweiſen. Dieſe ideale Grundform, welche durch die Zahl, Lagerung, Verbindung und Differenzirung der zuſammenſetzenden Theile beſtimmt iſt, verhält ſich zu der realen organiſchen Form ganz ähnlich, wie ſich die ideale geometriſche Grundform der Kryſtalle zu ihrer unvollkommenen realen Form verhält. Bei den meiſten Körpern und Körpertheilen von Thieren und Pflanzen iſt dieſe Grundform eine Pyramide, und zwar bei den ſo-

genannten „ſtrahlig-regulären" Formen eine reguläre Pyramide, bei den höher differenzirten, ſogenannten „bilateral-ſymmetriſchen" Formen eine irreguläre Pyramide. (Vergl. die Tabellen S. 556—558 im erſten Bande der gen. Morph.). Bei den Protiſten iſt dieſe Pyramidenform, welche im Thier- und Pflanzenreiche vorherrſcht, im Ganzen ſelten, und ſtatt deſſen iſt die Form entweder ganz unregelmäßig (amorph oder irregulär) oder es iſt die Grundform eine einfachere, reguläre, geometriſche Form; insbeſondere ſehr häufig die Kugel, der Cylinder, das Ellipſoid, das Sphäroid, der Doppelkegel, der Kegel, das reguläre Vieleck (Tetraeder, Hexaeder, Octaeder, Dodekaeder, Icoſaeder) u. ſ. w. Alle dieſe niederen und unvollkommenen Grundformen des promorphologiſchen Syſtems ſind bei den Protiſten die vorherrſchenden Grundformen. Jedoch kommen daneben bei vielen Protiſten auch noch die höheren regulären und bilateralen Grundformen vor, welche im Thier- und Pflanzenreich herrſchend ſind. Auch in dieſer Hinſicht ſchließen ſich oft von nächſtverwandten Protiſten die einen (z. B. die Acyttarien) mehr den Thieren, die anderen (z. B. die Radiolarien) mehr den Pflanzen an.

Was nun die paläontologiſche Entwickelung des Protiſtenreichs betrifft, ſo kann man ſich darüber ſehr verſchiedene, aber immer nur höchſt unſichere genealogiſche Hypotheſen machen. Vielleicht ſind die einzelnen Klaſſen deſſelben ſelbſtſtändige Stämme oder Phylen, die ſich ſowohl unabhängig von einander als von dem Thierreich und von dem Pflanzenreich entwickelt haben. Selbſt wenn wir die monophyletiſche Deſcendenzhypotheſe annehmen, und für alle Organismen ohne Ausnahme, die jemals auf der Erde gelebt haben und noch jetzt leben, die gemeinſame Abſtammung von einer einzigen Monerenform behaupten, ſelbſt in dieſem Falle iſt der Zuſammenhang der neutralen Protiſten einerſeits mit dem Pflanzenſtamm, andrerſeits mit dem Thierſtamm nur ſehr locker. Wir hätten ſie dann (vergl. S. 398) als niedere Wurzelſchößlinge anzuſehen, welche ſich unmittelbar aus der Wurzel jenes zweiſtämmigen organiſchen Stammbaums entwickelt haben, oder vielleicht als tief unten abgehende Zweige eines

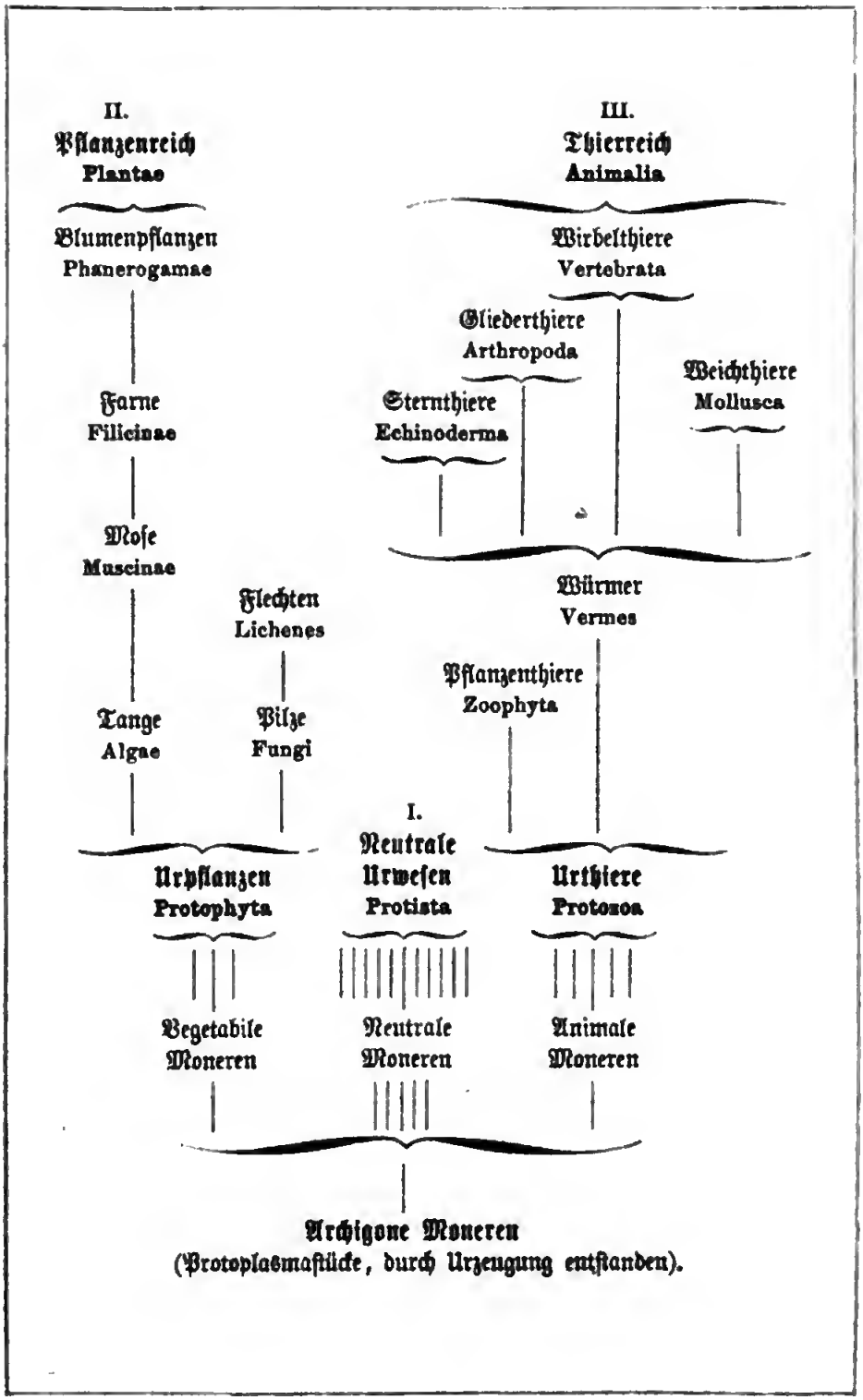
gemeinſamen niederen Protiſtenſtammes, welcher in der Mitte zwiſchen den beiden divergirenden hohen und mächtigen Stämmen des Thier- und Pflanzenreichs aufgeſchoſſen iſt. Die einzelnen Protiſtenklaſſen, mögen ſie nun an ihrer Wurzel gruppenweiſe enger zuſammenhängen oder nur ein lockeres Büſchel von Wurzelſchößlingen bilden, würden in dieſem Falle weder mit den rechts nach dem Thierreiche, noch mit den links nach dem Pflanzenreiche einſeitig abgehenden Organismengruppen Etwas zu thun haben. Sie würden den urſprünglichen einfachen Charakter der gemeinſamen Stammform mehr beibehalten haben, als es bei den echten Thieren und bei den echten Pflanzen der Fall iſt.

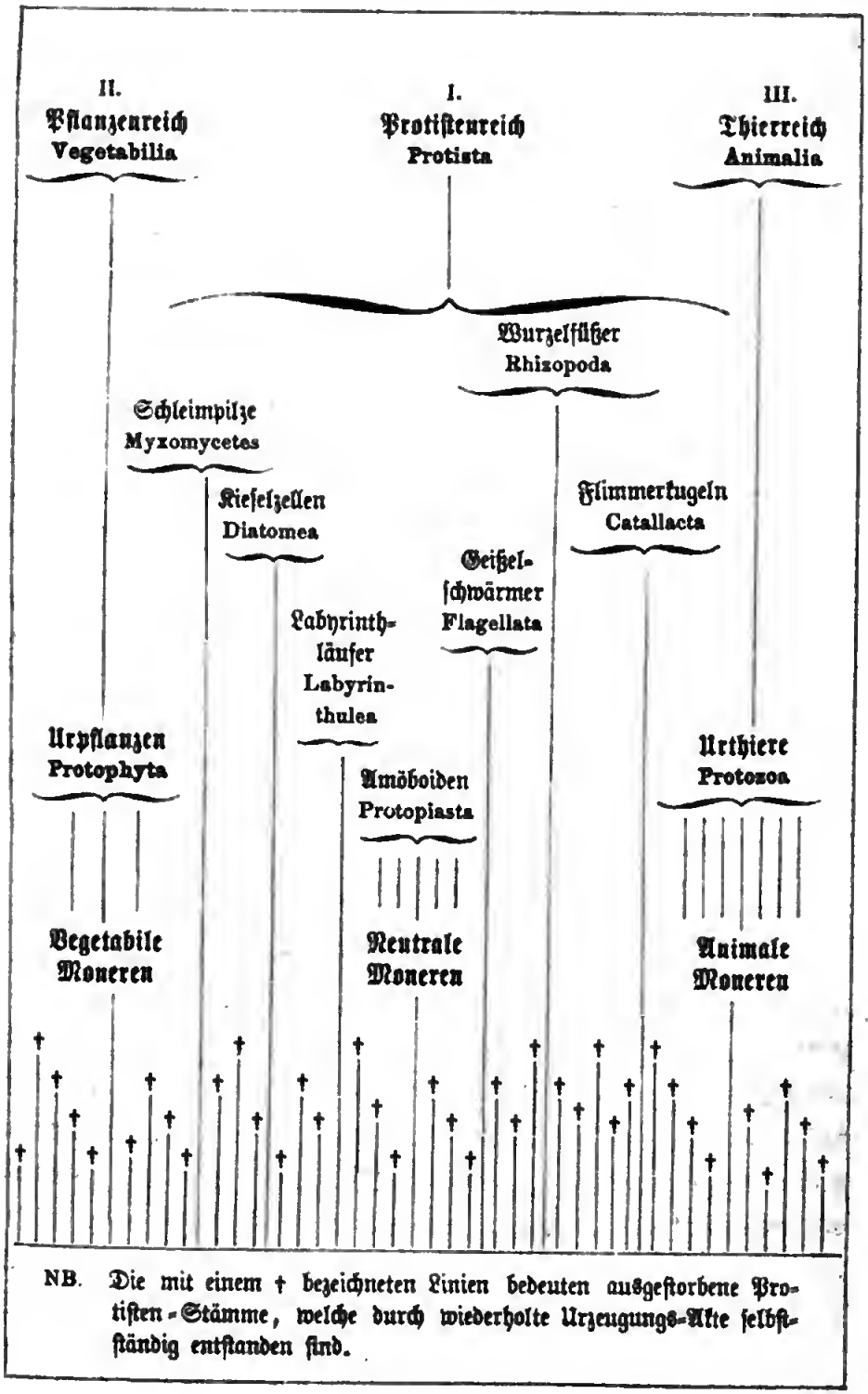
Nehmen wir dagegen die vielheitliche oder polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe an, ſo würden wir uns eine mehr oder minder große Anzahl von organiſchen Stämmen oder Phylen vorzuſtellen haben, welche alle neben und unabhängig von einander aus dem gemeinſamen Boden der Urzeugung aufſchießen. (Vergl. S. 399.) Es würden dann zahlreiche verſchiedene Moneren durch Urzeugung entſtanden ſein, deren Unterſchiede nur in geringen, für uns nicht erkennbaren Differenzen ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung und in Folge deſſen auch ihrer Entwickelungsfähigkeit beruhen. Eine geringe Anzahl von Moneren würde dem Pflanzenreich, und ebenſo andrerſeits eine geringe Anzahl von Moneren dem Thierreich den Urſprung gegeben haben. Zwiſchen dieſen beiden Gruppen aber würde ſich, unabhängig von dieſen wie von jenen, eine größere Anzahl von ſelbſtſtändigen Stämmen entwickelt haben, die auf einer tieferen Organiſationsſtufe ſtehen blieben, und ſich weder zu echten Pflanzen, noch zu echten Thieren entwickelten.

Eine ſichere Entſcheidung zwiſchen der monophyletiſchen und polyphyletiſchen Hypotheſe iſt bei dem gegenwärtigen unvollkommenen Zuſtande unſerer phylogenetiſchen Erkenntniß noch ganz unmöglich. Die verſchiedenen Protiſtengruppen und die von ihnen kaum trennbaren niederſten Formen einerſeits des Thierreichs, andrerſeits des Pflanzenreichs, zeigen untereinander einen ſo innigen Zuſammenhang

und eine so bunte Mischung der maßgebenden Eigenthümlichkeiten, daß gegenwärtig noch jede systematische Abtheilung und Anordnung der Formengruppen mehr oder weniger künstlich und gezwungen erscheint. Daher gilt auch der hier Ihnen vorgeführte Versuch nur als ein ganz provisorischer. Je tiefer man jedoch in die genealogischen Geheimnisse dieses dunkeln Forschungsgebietes eindringt, desto mehr Wahrscheinlichkeit gewinnt die Anschauung, daß einerseits das Pflanzenreich, anderseits das Thierreich einheitlichen Ursprungs ist, daß aber in der Mitte zwischen diesen beiden großen Stammbäumen noch eine Anzahl von unabhängigen kleinen Organismengruppen durch vielfach wiederholte Urzeugungsakte entstanden ist, welche durch ihren indifferenten, neutralen Charakter, und ihre Mischung von thierischen und pflanzlichen Eigenschaften auf die Bezeichnung von selbstständigen Protisten Anspruch machen können.

Wenn wir also auch einen ganz selbstständigen Stamm für das Pflanzenreich, einen zweiten für das Thierreich annehmen, würden wir zwischen beiden doch eine Anzahl von selbstständigen Protistenstämmen aufstellen können, deren jeder ganz unabhängig von jenen aus einer eigenen archigonen Monerenform sich entwickelt hat. Um sich dieses Verhältniß zu veranschaulichen, kann man sich die ganze Organismenwelt als eine ungeheure Wiese vorstellen, welche größtentheils verdorrt ist, und auf welcher zwei vielverzweigte mächtige Bäume stehen, die ebenfalls größtentheils abgestorben sind. Diese letzteren mögen das Thierreich und das Pflanzenreich vorstellen, ihre frischen noch grünenden Zweige die lebenden Thiere und Pflanzen, die verdorrten Zweige mit welkem Laube dagegen die ausgestorbenen Gruppen. Das dürre Gras der Wiese entspricht den wahrscheinlich zahlreichen, ausgestorbenen Stämmen, die wenigen noch grünen Halme dagegen den jetzt noch lebenden Phylen des Protistenreichs. **Den gemeinsamen Boden der Wiese aber, aus dem alle hervorgesproßt sind, bildet das Protoplasma.**


II.
Pflanzenreich
Plantae
III.
Thierreich
Animalia
Blumenpflanzen
Phanerogamae
Wirbelthiere
Vertebrata
Gliederthiere
Arthropoda
Weichthiere
Mollusca
Sternthiere
Echinoderma
Farne
Filicinae
Moſe
Muscinae
Flechten
Lichenes
Würmer
Vermes
Pflanzenthiere
Zoophyta
Tange
Algae
Pilze
Fungi
I.
Neutrale
Urweſen
Protista
Urpflanzen
Protophyta
Urthiere
Protozoa
Vegetabile
Moneren
Neutrale
Moneren
Animale
Moneren
Archigone Moneren
(Protoplasmaſtücke, durch Urzeugung entſtanden).



NB. Die mit einem † bezeichneten Linien bedeuten ausgeſtorbene Protiſten-Stämme, welche durch wiederholte Urzeugungs-Akte ſelbſtſtändig entſtanden ſind.

Siebenzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Pflanzenreichs.

Das natürliche Syſtem des Pflanzenreichs. Eintheilung des Pflanzenreichs in ſechs Hauptklaſſen und achtzehn Klaſſen. Unterreich der Blumenloſen (Cryptogamen). Stammgruppe der Thalluspflanzen. Tange oder Algen (Urtange, Grüntange, Brauntange, Rothtange). Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze). Stammgruppe der Prothalluspflanzen. Moſe oder Muscinen (Tangmoſe, Lebermoſe, Laubmoſe, Torfmoſe). Farne oder Filicinen (Laubfarne, Schaftfarne, Waſſerfarne, Schuppenfarne). Unterreich der Blumenpflanzen (Phanerogamen). Nacktſamige oder Gymnoſpermen. Palmfarne (Cycadeen). Nadelhölzer (Coniferen). Deckſamige oder Angioſpermen. Monocotylen. Dicotylen. Kelchblüthige (Apetalen.) Sternblüthige (Diapetalen). Glockenblüthige (Gamopetalen).

Meine Herren! Jeder Verſuch, den wir zur Erkenntniß des Stammbaums irgend einer kleineren oder größeren Gruppe von blutsverwandten Organismen unternehmen, hat ſich zunächſt an das beſtehende „natürliche Syſtem“ dieſer Gruppe anzulehnen. Denn obgleich das natürliche Syſtem der Thiere, Protiſten und Pflanzen niemals endgültig feſtgeſtellt werden, vielmehr immer nur einen mehr oder weniger annähernden Grad von Erkenntniß der wahren Blutsverwandtſchaft darſtellen wird, ſo wird es nichts deſto weniger jederzeit die hohe Bedeutung eines hypothetiſchen Stammbaums behalten. Allerdings wollen die meiſten Zoologen, Protiſtiker und Botaniker durch ihr „natürliches Syſtem“ nur im Lapidarſtyl die ſubjectiven Anſchauungen ausdrücken, die ein jeder von Ihnen von der objectiven

„Formverwandtschaft" der Organismen besitzt. Allein diese Formverwandtschaft ist ja im Grunde, wie Sie gesehen haben, nur die nothwendige Folge der wahren Blutsverwandtschaft. Daher wird jeder Morphologe, welcher unsere Erkenntniß des natürlichen Systems fördert, gleichzeitig, er mag wollen oder nicht, auch unsere Erkenntniß des Stammbaums fördern. Je mehr das natürliche System seinen Namen wirklich verdient, je fester es sich auf die übereinstimmenden Resultate der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie gründet, desto sicherer dürfen wir dasselbe als den annähernden Ausdruck des wahren Stammbaums betrachten.

Indem wir uns nun zu unserer heutigen Aufgabe die Genealogie des Pflanzenreichs stecken, werden wir, jenem Grundsatze gemäß, zunächst einen Blick auf das natürliche System des Pflanzenreichs zu werfen haben, wie dasselbe heutzutage von den meisten Botanikern mit mehr oder minder unbedeutenden Abänderungen angenommen wird. Danach zerfällt zunächst die ganze Masse aller Pflanzenformen in zwei Hauptgruppen. Diese obersten Hauptabtheilungen oder Unterreiche sind noch dieselben, welche bereits vor mehr als einem Jahrhundert Carl Linné, der Begründer der systematischen Naturgeschichte unterschied, und welche er Cryptogamen oder Geheimblühende und Phanerogamen oder offenblühende nannte. Die letzteren theilte Linné in seinem künstlichen Pflanzensystem nach der verschiedenen Zahl, Bildung und Verbindung der Staubgefäße, sowie nach der Vertheilung der Geschlechtsorgane, in 23 verschiedene Klassen, und diesen fügte er dann als 24ste und letzte Klasse die Cryptogamen an.

Die Cryptogamen, die geheimblühenden oder blumenlosen Pflanzen, welche früherhin nur wenig beobachtet wurden, haben durch die eingehenden Forschungen der Neuzeit eine so große Mannichfaltigkeit der Formen, und eine so tiefe Verschiedenheit im gröberen und feineren Bau offenbart, daß wir unter denselben nicht weniger als vierzehn verschiedene Klassen unterscheiden müssen, während wir die Zahl der Klassen unter den Blüthenpflanzen oder

Phanerogamen auf vier beſchränken können. Dieſe achtzehn Klaſſen des Pflanzenreichs aber gruppiren ſich naturgemäß wiederum dergeſtalt, daß wir im Ganzen ſechs Hauptklaſſen (oder Kladen, d. h. Aeſte) des Pflanzenreichs unterſcheiden können. Zwei von dieſen ſechs Hauptklaſſen fallen auf die Blüthenpflanzen, vier dagegen auf die Blüthenloſen. Wie ſich jene 18 Klaſſen auf dieſe ſechs Hauptklaſſen, und die letzteren auf die Hauptabtheilungen des Pflanzenreichs vertheilen, zeigt die nachſtehende Tabelle (S. 404).

Das Unterreich der Cryptogamen oder Blumenloſen kann man zunächſt naturgemäß in zwei Hauptabtheilungen oder Stammgruppen zerlegen, welche ſich in ihrem inneren Bau und in ihrer äußeren Form ſehr weſentlich unterſcheiden, nämlich die Thalluspflanzen und die Prothalluspflanzen. Die Stammgruppe der Thalluspflanzen umfaßt die beiden großen Hauptklaſſen der Tange oder Algen, welche im Waſſer leben, und der Fadenpflanzen oder Inophyten (Flechten und Pilze), welche außerhalb des Waſſers, auf der Erde, auf Steinen, Baumrinden, auf verweſenden organiſchen Körpern u. ſ. w. wachſen. Die Stammgruppe der Prothalluspflanzen dagegen enthält die beiden formenreichen Hauptklaſſen der Moſe und Farne.

Alle Thalluspflanzen oder Thallophyten ſind ſofort daran zu erkennen, daß man an ihrem Körper die beiden morphologiſchen Grundorgane der übrigen Pflanzen, Stengel und Blätter, noch nicht unterſcheiden kann. Vielmehr iſt der ganze Leib aller Tange und aller Fadenpflanzen eine aus einfachen Zellen zuſammengeſetzte Maſſe, welche man als Laubkörper oder Thallus bezeichnet. Dieſer Thallus iſt noch nicht in Axorgane (Stengel und Wurzel) und Blattorgane differenzirt. Hierdurch, ſowie durch viele andere Eigenthümlichkeiten ſtellen ſich die Thallophyten allen übrigen Pflanzen, nämlich den beiden Hauptgruppen der Prothalluspflanzen und der Blüthenpflanzen gegenüber und man hat deshalb auch häufig die letzteren beiden als Stockpflanzen oder Cormophyten zuſammengefaßt. Das Verhältniß dieſer drei Stammgruppen zu

einander, entsprechend jenen beiden verschiedenen Auffassungen, macht Ihnen nachstehende Uebersicht deutlich.

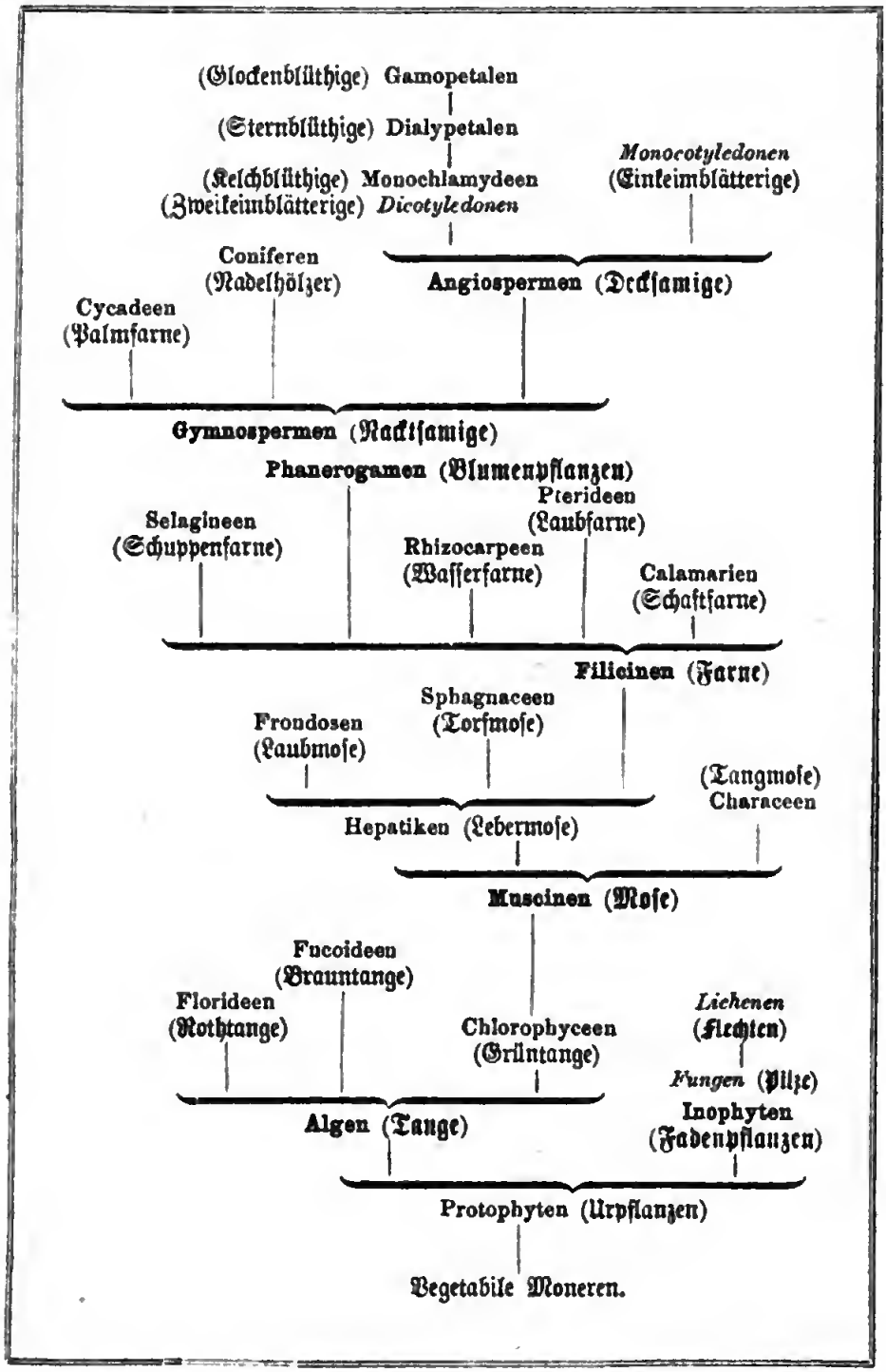
I. Blumenlose (Cryptogamae).	A. Thalluspflanzen (Thallophyta).	I. Thalluspflanzen (Thallophyta).
	B. Prothalluspflanzen (Prothallophyta).	II. Stockpflanzen (Cormophyta).
II. Blumenpflanzen (Phanerogamae).	C. Blumenpflanzen (Phanerogamae).	

Die Stockpflanzen oder Cormophyten, in deren Organisation bereits der Unterschied von Axorganen (Stengel und Wurzel) und Blattorganen entwickelt ist, bilden gegenwärtig und schon seit sehr langer Zeit die Hauptmasse der Pflanzenwelt. Allein so war es nicht immer. Vielmehr fehlten die Stockpflanzen, und zwar nicht allein die Blumenpflanzen, sondern auch die Prothalluspflanzen, noch gänzlich während jenes unermeßlich langen Zeitraums, welcher als das archolithische oder primordiale Zeitalter den Beginn und den ersten Hauptabschnitt der organischen Erdgeschichte bildet. Sie erinnern sich, daß während dieses Zeitraums sich die laurentischen, cambrischen und silurischen Schichtensysteme ablagerten, deren Dicke zusammengenommen ungefähr 70,000 Fuß beträgt. Da nun die Dicke aller darüber liegenden jüngeren Schichten, von den devonischen bis zu den Ablagerungen der Gegenwart, zusammen nur ungefähr 60,000 Fuß erreicht, so konnten wir hieraus allein den auch aus anderen Gründen wahrscheinlichen Schluß ziehen, daß jenes archolithische oder primordiale Zeitalter eine längere Dauer besaß, als die ganze darauf folgende Zeit bis zur Gegenwart. Während dieses ganzen unermeßlichen Zeitraums, der vielleicht viele Millionen von Jahrhunderten umschloß, scheint das Pflanzenleben auf unserer Erde ausschließlich durch die Stammgruppe der Thalluspflanzen, und zwar nur durch die Hauptklasse der wasserbewohnenden Thalluspflanzen, durch die Tange oder Algen, vertreten gewesen zu sein. Wenigstens gehören alle versteinerten Pflanzenreste, welche wir mit Sicherheit aus der Primordialzeit kennen, ausschließlich dieser Hauptklasse an. Da

Syſtematiſche Ueberſicht

der ſechs Hauptklaſſen und achtzehn Klaſſen des Pflanzenreichs.

Stammgruppen oder Unterreiche des Pflanzenreichs	Hauptklaſſen oder Kladen des Pflanzenreichs	Klaſſen des Pflanzenreichs	Syſtematiſcher Name der Klaſſen
A. Thallus-Pflanzen. Thallophyta	I. Tange *Algae*	1. Urtange	1. Archephyceae (Protophyta)
		2. Grüntange	2. Chlorophyceae (Chloralgae)
		3. Brauntange	3. Phaeophyceae (Fucoideae)
		4. Rothtange	4. Rhodophyceae (Florideae)
	II. Fadenpflanzen *Inophyta*	5. Flechten	5. Lichenes
		6. Pilze	6. Fungi
B. Prothallus-Pflanzen. Prothallophyta	III. Moſe *Muscinae*	7. Tangmoſe	7. Charobrya (Characeae)
		8. Lebermoſe	8. Thallobrya (Hepaticae)
		9. Laubmoſe	9. Phyllobrya (Frondosae)
		10. Torfmoſe	10. Sphagnobrya (Sphagnaceae)
	IV. Farne *Filicinae*	11. Schaftfarne	11. Calamariae (Calamophyta)
		12. Laubfarne	12. Filices (Pterideae)
		13. Waſſerfarne	13. Rhizocarpeae (Hydropterides)
		14. Schuppenfarne	14. Selagineae (Lepidophyta)
C. Blumen-Pflanzen. Phanerogamae	V. Nacktſamige *Gymnospermae*	15. Palmfarne	15. Cycadeae
		16. Nadelhölzer	16. Coniferae
	VI. Deckſamige *Angiospermae*	17. Einkeimblättrige	17. Monocotylae
		18. Zweikeimblättrige	18. Dicotylae


(Glockenblüthige) Gamopetalen
(Sternblüthige) Dialypetalen
(Kelchblüthige) Monochlamydeen
(Zweikeimblätterige) Dicotyledonen
Monocotyledonen (Einkeimblätterige)
Angiospermen (Deckſamige)
Coniferen (Nadelhölzer)
Cycadeen (Palmfarne)
Gymnospermen (Nacktſamige)
Phanerogamen (Blumenpflanzen)
Selagineen (Schuppenfarne)
Rhizocarpeen (Waſſerfarne)
Pterideen (Laubfarne)
Calamarien (Schaftfarne)
Filicinen (Farne)
Frondosen (Laubmoſe)
Sphagnaceen (Torfmoſe)
Hepatiken (Lebermoſe)
(Tangmoſe) Characeen
Muscinen (Moſe)
Fucoideen (Brauntange)
Florideen (Rothtange)
Chlorophyceen (Grüntange)
Algen (Tange)
Lichenen (Flechten)
Fungen (Pilze)
Inophyten (Fadenpflanzen)
Protophyten (Urpflanzen)
Vegetabile Moneren.

auch alle Thierreste dieses ungeheuren Zeitraums nur wasserbewohnenden Thieren angehören, so schließen wir daraus, daß landbewohnende Organismen damals noch gar nicht existirten.

Schon aus diesen Gründen muß die erste und unvollkommenste Hauptklasse des Pflanzenreichs, die Abtheilung der Tange oder Algen für uns von ganz besonderer Bedeutung sein. Dazu kommt noch das hohe Interesse, welches uns diese Hauptklasse, auch an sich betrachtet, gewährt. Trotz ihrer höchst einfachen Zusammensetzung aus gleichartigen oder nur wenig differenzirten Zellen zeigen die Tange dennoch eine außerordentliche Mannichfaltigkeit verschiedener Formen. Einerseits gehören dazu die einfachsten und unvollkommensten aller Gewächse, andrerseits sehr entwickelte und eigenthümliche Gestalten. Ebenso wie in der Vollkommenheit und Mannichfaltigkeit ihrer äußeren Formbildung unterscheiden sich die verschiedenen Algengruppen auch in der Körpergröße. Auf der tiefsten Stufe finden wir die winzig kleinen Protococcus-Arten, von denen mehrere Hunderttausend auf den Raum eines Stecknadelknopfs gehen. Auf der höchsten Stufe bewundern wir in den riesenmäßigen Makrocysten, welche eine Länge von 300—400 Fuß erreichen, die längsten von allen Gestalten des Pflanzenreichs. Vielleicht ist auch ein großer Theil der Steinkohlen aus Tangen entstanden. Und wenn nicht aus diesen Gründen, so müßten die Algen schon deshalb unsere besondere Aufmerksamkeit erregen, weil sie die Anfänge des Pflanzenlebens bilden und die Stammformen aller übrigen Pflanzengruppen enthalten, vorausgesetzt daß unsere monophyletische Hypothese von einem gemeinsamen Ursprung aller Pflanzengruppen richtig ist (vergl. S. 405).

Die meisten Bewohner des Binnenlandes können sich nur eine sehr unvollkommene Vorstellung von dieser höchst interessanten Hauptklasse des Pflanzenreichs machen, weil sie davon nur die verhältnißmäßig kleinen und einfachen Vertreter kennen, welche das süße Wasser bewohnen. Die schleimigen grünen Wasserfäden und Wasserflocken in unseren Teichen und Brunnentrogen, die hellgrünen Schleimüberzüge auf allerlei Holzwerk, welches längere Zeit mit Wasser in Be-

rührung war, die gelbgrünen schaumigen Schleimdecken auf den Tümpeln unserer Dörfer, die grünen Haarbüscheln gleichenden Fadenmassen, welche überall im stehenden und fließenden Süßwasser vorkommen, sind größtentheils aus verschiedenen Tangarten zusammengesetzt. Aber nur Diejenigen, welche die Meeresküste besucht haben, welche an den Küsten von Helgoland und von Schleswig-Holstein die ungeheuren Massen ausgeworfenen Seetangs bewundert, oder an den Felsenufern des Mittelmeeres die zierlich gestaltete und lebhaft gefärbte Tangvegetation auf dem Meeresboden selbst durch die klare blaue Fluth hindurch erblickt haben, wissen die Bedeutung der Tangklasse annähernd zu würdigen. Und dennoch geben selbst diese formenreichen untermeerischen Algenwälder der europäischen Küsten nur eine schwache Vorstellung von den colossalen Sargassowäldern des atlantischen Oceans, jenen ungeheuren Tangbänken, welche einen Flächenraum von ungefähr 40,000 Quadratmeilen bedecken, und welche dem Columbus auf seiner Entdeckungsreise die Nähe des Festlandes vorspiegelten. Aehnliche, aber weit ausgedehntere Tangwälder wuchsen in dem primordialen Urmeere wahrscheinlich in dichten Massen, und wie zahllose Generationen dieser archolithischen Tange über einander hinstarben, bezeugen unter Anderen die mächtigen silurischen Alaunschiefer Schwedens, deren eigenthümliche Zusammensetzung wesentlich von jenen untermeerischen Algenmassen herrührt. Nach der Ansicht des geistreichen Bonner Geologen Friedrich Mohr ist sogar der größte Theil der Steinkohlenflötze aus den zusammengehäuften Pflanzenleichen der Tangwälder im Meere entstanden.

Wir unterscheiden in der Hauptklasse der Tange oder Algen vier verschiedene Klassen, deren jede wiederum in mehrere Ordnungen und Familien zerfällt. Diese ihrerseits enthalten wieder eine große Menge verschiedener Gattungen und Arten. Wir bezeichnen diese vier Klassen als Urtange oder Archephyceen, Grüntange oder Chlorophyceen, Brauntange oder Phaeophyceen, und Rothtange oder Rhodophyceen.

Die erste Klasse der Tange, die Urtange (Archephyceae) könnten auch Urpflanzen (Protophyta) genannt werden, weil dieselben

die einfachsten und unvollkommensten von allen Pflanzen enthalten, und insbesondere jene ältesten aller pflanzlichen Organismen, welche allen übrigen Pflanzen den Ursprung gegeben haben. Es gehören hierher also zunächst jene allerältesten vegetabilischen Moneren, welche im Beginne der laurentischen Periode durch Urzeugung entstanden sind. Ferner müssen wir dahin alle jene Pflanzenformen von einfachster Organisation rechnen, welche aus jenen sich zunächst in laurentischer Zeit entwickelt haben, und welche den Formwerth einer einzigen Plastide besaßen. Zunächst waren dies solche Urpflänzchen, deren ganzer Körper eine einfachste Cytode (eine kernlose Plastide) bildete, und weiterhin solche, die bereits durch Sonderung eines Kernes im Plasma den höheren Formwerth einer einfachen Zelle erreicht hatten (vergl. oben S. 308). Noch in der Gegenwart leben verschiedene einfachste Tangformen, welche von diesen ursprünglichen Urpflanzen sich nur wenig entfernt haben. Dahin gehören die Tangfamilien der Codiolaceen, Protococcaceen, Desmidiaceen, Palmellaceen, Hydrodictyeen, und noch manche Andere. Auch die merkwürdige Gruppe der Phycochromaceen (Chroococcaceen und Oscillarineen) würde hierher zu ziehen sein, falls man diese nicht lieber als einen selbstständigen Stamm des Protistenreiches ansehen will (vergl. S. 376).

Die monoplastiden Protophyten, d. h. die aus einer einzigen Plastide bestehenden Urtange, sind vom größten Interesse, weil hier der pflanzliche Organismus seinen ganzen Lebenslauf als ein einfachstes „Individuum erster Ordnung" vollendet, entweder als kernlose Cytode, oder als kernhaltige Zelle. Zu den monocytoden Urpflanzen gehören die höchst merkwürdigen Schlauchalgen oder Siphoneen, deren ansehnlicher Körper in wunderbarer Weise die Formen höherer Pflanzen nachahmt („Mimicry"). Manche von diesen Siphoneen erreichen eine Größe von mehreren Fußen und gleichen einem zierlichen Mose (Bryopsis) oder einem Bärlappe oder gar einer vollkommenen Blüthenpflanze mit Stengel, Wurzeln und Blättern (Caulerpa) (Fig. 17). Und dennoch besteht dieser ganze große und vielfach äußerlich differenzirte Körper innerlich aus einem ganz einfachen

Fig. 17. Caulerpa denticulata, eine monoplaſtide Siphonee in natürlicher Größe. Die ganze verzweigte Urpflanze, welche aus einem kriechenden Stengel mit Wurzelfaſer-Büſcheln und gezähnten Laubblättern zu beſtehen ſcheint, iſt in Wirklichkeit nur eine einzige Plaſtide, und zwar eine (kernloſe) Cytode, noch nicht einmal von dem Formwerth einer (kernhaltigen) Zelle.

Schlauche, der nur den Formwerth einer einzigen Cytode beſitzt. Dieſe wunderbaren Siphoneen, Vaucherien und Caulerpen, zeigen uns, wie weit es die einzelne Cytode als ein einfachſtes Individuum erſter Ordnung durch fortgeſetzte Anpaſſung an die Verhältniſſe der Außenwelt bringen kann. Auch die einzelligen Urpflanzen, welche ſich durch den Beſitz eines Kernes von den monocytoden unterſcheiden, bilden durch vielſeitige Anpaſſung eine große Mannichfaltigkeit von zierlichen Formen, beſonders die reizenden Desmidiaceen, von denen als Beiſpiel in Fig. 18. eine Art von Euaſtrum abgebildet iſt. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß ähnliche Urpflanzen, deren weicher Körper aber nicht der foſſilen Erhaltung fähig war, in großer Maſſe und Mannich-

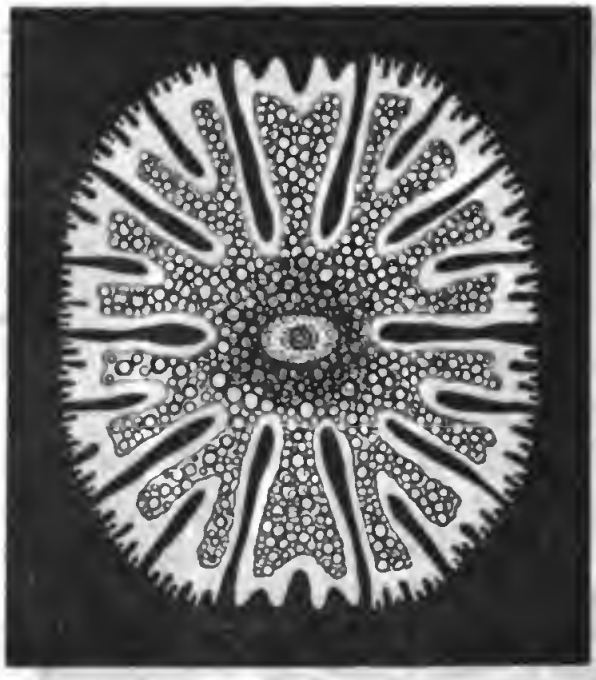


Fig. 18. Euastrum rota, eine einzellige Desmidiacee, ſtark vergrößert. Der ganze zierliche ſternförmige Körper der Urpflanze hat den Formwerth einer einzigen Zelle. In der Mitte derſelben liegt der Kern nebſt Kernkörperchen.

faltigkeit einſt das laurentiſche Urmeer bevölkerten und einen großen Formenreichthum entfalteten, ohne doch die Individualitätsſtufe einer einfachen Plaſtide zu überſchreiten.

An die Urpflanzen oder Urtange ſchließt ſich als zweite Klaſſe der Algen zunächſt die Gruppe der Grüntange (Chlorophyceae) oder Grünalgen (Chloralgae) an. Gleich der Mehrzahl der erſteren ſind auch ſämmtliche Grüntange grün gefärbt, und zwar durch denſelben Farbſtoff, das Blattgrün oder Chlorophyll, welches auch die Blätter aller höheren Gewächſe grün färbt. Zu dieſer Klaſſe gehören außer einer großen Anzahl von niederen Seetangen die allermeiſten Tange des ſüßen Waſſers, die gemeinen Waſſerfäden oder Conferven, die grünen Schleimkugeln oder Glöoſphären, der hellgrüne Waſſerſalat oder die Ulven, welche einem ſehr dünnen und langen Salatblatte gleichen, ferner zahlreiche mikroſkopiſch kleine Tange, welche in dichter Maſſe zuſammengehäuft einen hellgrünen ſchleimigen Ueberzug über allerlei im Waſſer liegende Gegenſtände, Holz, Steine u. ſ. w. bilden, ſich aber durch die Zuſammenſetzung und Differenzirung ihres Körpers bereits über die einfachen Urtange erheben. Da die Grüntange, gleich den Urtangen, meiſtens einen ſehr weichen Körper beſitzen, waren ſie nur ſehr ſelten der Verſteinerung fähig. Es kann aber wohl nicht bezweifelt werden, daß auch dieſe Algenklaſſe, welche ſich zunächſt aus der vorhergehenden entwickelt hat, gleich jener in früherer Zeit die ſü-

ßen und ſalzigen Gewäſſer der Erde in der größten Ausdehnung und Mannichfaltigkeit bevölkerte.

In der dritten Klaſſe, derjenigen der Brauntange (Phaeophyceae) oder Schwarztange (Fucoideae) erreicht die Hauptklaſſe der Algen ihren höchſten Entwickelungsgrad, wenigſtens in Bezug auf die körperliche Größe. Die charakteriſtiſche Farbe der Fucoideen iſt meiſt ein mehr oder minder dunkles Braun, bald mehr in Olivengrün und Gelbgrün, bald mehr in Braunroth und Schwarz übergehend. Hierher gehören die größten aller Tange, welche zugleich die längſten von allen Pflanzen ſind, die coloſſalen Rieſentange, unter denen Macrocystis pyrifera an der californiſchen Küſte eine Länge von 400 Fuß erreicht. Aber auch unter unſeren einheimiſchen Tangen gehören die anſehnlichſten Formen zu dieſer Gruppe, ſo namentlich der ſtattliche Zuckertang (Laminaria), deſſen ſchleimige olivengrüne Thalluskörper, rieſigen Blättern von 10—15 Fuß Länge, ½—1 Fuß Breite gleichend, in großen Maſſen an der Küſte der Nord- und Oſtſee ausgeworfen werden. Auch der in unſeren Meeren gemeine Blaſentang (Fucus vesiculosus), deſſen mehrfach gabelförmig geſpaltenes Laub durch viele eingeſchloſſene Luftblaſen, (wie bei vielen anderen Brauntangen) auf dem Waſſer ſchwimmend erhalten wird, gehört zu dieſer Klaſſe; ebenſo der freiſchwimmende Sargaſſotang (Sargassum bacciferum), welcher die ſchwimmenden Wieſen oder Bänke des Sargaſſomeeres bildet. Obwohl jedes Individuum von dieſen großen Tangbäumen aus vielen Millionen von Zellen zuſammengeſetzt iſt, beſteht es dennoch im Beginne ſeiner Exiſtenz, gleich allen höheren Pflanzen, aus einer einzigen Zelle, einem einfachen Ei. Dieſes Ei iſt z. B. bei unſerm gemeinen Blaſentang eine nackte, hüllenloſe Zelle, und iſt als ſolche den nackten Eiern niederer Seethiere, z. B. der Meduſen, zum Verwechſeln ähnlich (Fig. 19). Fucoideen oder Brauntange ſind es wahrſcheinlich zum größten Theile geweſen, welche während der Primordialzeit die charakteriſtiſchen Tangwälder dieſes endloſen Zeitraums zuſammengeſetzt haben. Die verſteinerten Reſte, welche uns von denſelben (vorzüglich aus der ſiluriſchen Zeit) erhalten ſind, können uns

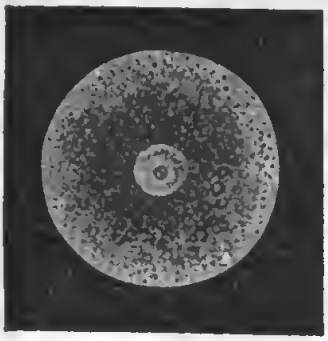


Fig. 19. Das Ei des gemeinen Blaſentang (Fucus vesiculosus), eine einfache nackte Zelle, ſtark vergrößert. In der Mitte der nackten Protoplasma-Kugel ſchimmert der helle Kern hindurch.

allerdings nur eine ſchwache Vorſtellung davon geben, weil die Formen dieſer Tange, gleich den meiſten anderen, ſich nur ſchlecht zur Erhaltung im foſſilen Zuſtande eignen. Jedoch iſt vielleicht, wie ſchon bemerkt, ein großer Theil der Steinkohle aus denſelben zuſammengeſetzt.

Weniger bedeutend iſt die vierte und letzte Klaſſe der Tange, diejenige der Roſentange (Rhodophyceae) oder Rothtange (Florideae). Zwar entfaltet auch dieſe Klaſſe einen großen Reichthum verſchiedener Formen. Allein die meiſten derſelben ſind von viel geringerer Größe als die Brauntange. Uebrigens ſtehen ſie den letzteren an Vollkommenheit und Differenzirung der äußeren Form keineswegs nach, übertreffen dieſelben vielmehr in mancher Beziehung. Hierher gehören die ſchönſten und zierlichſten aller Tange, welche ſowohl durch die feine Fiederung und Zertheilung ihres Laubkörpers, wie durch reine und zarte rothe Färbung zu den reizendſten Pflanzen gehören. Die charakteriſtiſche rothe Farbe iſt bald ein tiefes Purpur-, bald ein brennendes Scharlach-, bald ein zartes Roſenroth, und geht einerſeits in violette und purpurblaue, andrerſeits in braune und grüne Tinten in bewunderungswürdiger Pracht über. Wer einmal eines unſerer nordiſchen Seebäder beſucht hat, wird gewiß ſchon mit Staunen die reizenden Formen dieſer Florideen betrachtet haben, welche auf weißem Papier, zierlich angetrocknet, vielfach zum Verkaufe geboten werden. Die meiſten Rothtange ſind leider ſo zart, daß ſie gar nicht der Verſteinerung fähig ſind, ſo die prachtvollen Ptiloten, Plokamien, Deleſſerien u. ſ. w. Doch giebt es einzelne Formen, wie die Chondrien und Sphärokokken, welche einen härteren, oft faſt knorpelharten Thallus beſitzen, und von dieſen ſind uns auch manche verſteinerte Reſte, namentlich aus den ſiluriſchen, devoniſchen und Kohlenſchichten, ſpä-

ter beſonders aus dem Jura erhalten worden. Wahrſcheinlich nahm auch dieſe Klaſſe an der Zuſammenſetzung der archolithiſchen Tangflora weſentlichen Antheil.

Wenn Sie nun nochmals einen Rückblick auf die Flora der Primordialzeit werfen, welche ausſchließlich von der Hauptklaſſe der Tange gebildet wurde, ſo finden Sie, daß die vier untergeordneten Klaſſen derſelben wahrſcheinlich in ähnlicher Weiſe an der Zuſammenſetzung jener ſubmarinen Wälder des Urmeeres ſich betheiligt haben, wie in der Gegenwart die vier phyſiognomiſchen Vegetationstypen der ſtämmigen Bäume, der blumigen Kräuter, des buſchigen Graſes und der zartlaubigen Farne und Moſe an der Zuſammenſetzung unſerer Landwälder Theil nehmen. Man könnte in dieſer Beziehung ſagen, daß die unterſeeiſchen Waldbäume der Primordialzeit durch die mächtigen Brauntange oder Fucoideen gebildet wurden. Die farbigen Blumen zu den Füßen dieſer Baumrieſen wurden durch die bunten Rothtange oder Florideen vertreten. Das grüne Gras dazwiſchen bildeten die haarbüſcheligen Grüntange oder Chloralgen. Das zarte Laub der Farne und Moſe endlich, welches den Boden unſerer Wälder bedeckt, die Lücken ausfüllt, welche die anderen Pflanzen übrig laſſen, und ſelbſt auf den Stämmen der Bäume ſich anſiedelt, wird damals ähnliche Vertreter in den moſähnlichen und farnähnlichen Siphoneen, in den Caulerpen und Bryopſen aus der Klaſſe der Urtange, der Protophyten oder Archephyceen gehabt haben.

Was die Verwandtſchaftsverhältniſſe der verſchiedenen Tangklaſſen zu einander und zu den übrigen Pflanzen betrifft, ſo bilden höchſt wahrſcheinlich, wie ſchon bemerkt, die Urtange oder Archephyceen die gemeinſame Wurzel des Stammbaums, nicht allein für die verſchiedenen Tangklaſſen, ſondern für das ganze Pflanzenreich. Deßhalb können ſie auch mit Recht als Urpflanzen oder Protophyten bezeichnet werden. Aus den nackten vegetabiliſchen Moneren, welche ſich im erſten Beginn der laurentiſchen Periode entwickelten, werden zunächſt hüllcytoden entſtanden ſein (S. 308), indem der nackte, ſtrukturloſe Eiweißleib der Moneren ſich an der Oberfläche kruſtenartig verdichtete

oder eine Hülle ausschwitzte. Späterhin werden dann aus diesen Hüllcytoden echte Pflanzenzellen geworden sein, indem im Inneren sich ein Kern oder Nucleus von dem umgebenden Zellstoff oder Plasma sonderte. Die drei Klassen der Grüntange, Brauntange und Rothtange sind vielleicht drei gesonderte Stämme, welche unabhängig von einander aus der gemeinsamen Wurzelgruppe der Urtange entstanden sind und sich dann (ein jeder in seiner Art) weiter entwickelt und vielfach in Ordnungen und Familien verzweigt haben. Die Brauntange und Rothtange haben keine nähere Blutsverwandtschaft zu den übrigen Klassen des Pflanzenreichs. Diese letzteren sind vielmehr aus den Urtangen entstanden, und zwar entweder direkt oder durch Vermittlung der Grüntange. Wahrscheinlich sind einerseits die Moose (aus welchen später die Farne sich entwickelten) aus einer Gruppe der Grüntange, andrerseits die Pilze und Flechten aus einer Gruppe der Urtange hervorgegangen. Die Phanerogamen haben sich jedenfalls erst viel später aus den Farnen entwickelt.

Als zweite Hauptklasse des Pflanzenreichs haben wir oben die Fadenpflanzen (Inophyta) angeführt. Wir verstanden darunter die beiden nahverwandten Klassen der Flechten und Pilze. Es ist möglich, daß diese Thallospflanzen nicht aus den Urtangen entstanden sind, sondern aus einem oder mehreren Moneren, die unabhängig von letzteren durch Urzeugung entstanden. Insbesondere erscheint es denkbar, daß manche von den niedersten Pilzen, wie z. B. manche Gährungspilze, Mikrokokkus-Formen u. s. w. einer Anzahl von verschiedenen archigonen (d. h. durch Urzeugung entstandenen) Moneren ihren Ursprung verdanken. Jedenfalls sind die Fadenpflanzen nicht als Stammeltern der höheren Pflanzenklassen zu betrachten. Sowohl die Flechten als die Pilze unterscheiden sich von diesen durch die Zusammensetzung ihres weichen Körpers aus einem dichten Geflecht von sehr langen, vielfach verschlungenen, eigenthümlichen Fadenzellen, den sogenannten Hyphen, weshalb wir sie eben in der Hauptklasse der Fadenpflanzen zusammenfassen. Irgend bedeutende fossile Reste konnten dieselben wegen ihrer eigenthümlichen Beschaffenheit nicht hinter-

laſſen, und ſo können wir denn die paläontologiſche Entwickelung derſelben nur ſehr unſicher errathen.

Die erſte Klaſſe der Fadenpflanzen, die Pilze (Fungi), werden irrthümlich oft Schwämme genannt und daher mit den echten thieriſchen Schwämmen oder Spongien verwechſelt. Sie zeigen einerſeits ſehr nahe Verwandtſchaftsbeziehungen zu den niederſten Algen; insbeſondere ſind die Tangpilze oder Phycomyceten (die Saprolegnieen und Peronoſporeen) eigentlich nur durch den Mangel des Blattgrüns oder Chlorophylls von den vorher genannten Schlauchalgen oder Siphoneen (den Vaucherien und Caulerpen) verſchieden. Andrerſeits aber haben alle eigentlichen Pilze ſo viel Eigenthümliches und weichen namentlich durch ihre Ernährungsweiſe ſo ſehr von allen übrigen Pflanzen ab, daß man ſie als eine ganz beſondere Hauptgruppe des Pflanzenreichs betrachten könnte. Die übrigen Pflanzen leben größtentheils von anorganiſcher Nahrung, von einfachen Verbindungen, welche ſie zu verwickelteren zuſammenſetzen. Sie erzeugen Protoplasma durch Syntheſe von Waſſer, Kohlenſäure und Ammoniak. Sie athmen Kohlenſäure ein und Sauerſtoff aus. Die Pilze dagegen leben, gleich den Thieren, von organiſcher Nahrung, von verwickelten und lockeren Kohlenſtoffverbindungen, welche ſie von anderen Organismen erhalten und zerſetzen. Sie athmen Sauerſtoff ein und Kohlenſäure aus, wie die Thiere. Auch bilden ſie niemals das Blattgrün oder Chlorophyll, welches für die meiſten übrigen Pflanzen ſo charakteriſtiſch iſt. Ebenſo erzeugen ſie niemals Stärkemehl oder Amylum. Daher haben ſchon wiederholt hervorragende Botaniker den Vorſchlag gemacht, die Pilze ganz aus dem Pflanzenreiche zu entfernen und als ein beſonderes drittes Reich zwiſchen Thier- und Pflanzenreich zu ſetzen. Dadurch würde unſer Protiſtenreich einen ſehr bedeutenden Zuwachs erhalten. Die Pilze würden ſich hier den ſogenannten „Schleimpilzen“ oder Myxomyceten (die jedoch gar keine Hyphen bilden) zunächſt anſchließen. Da aber viele Pilze ſich auf geſchlechtlichem Wege fortpflanzen, und da die meiſten Botaniker, der herkömmlichen Anſchauung gemäß, die Pilze als echte Pflanzen betrachten, laſſe ich ſie

hier im Pflanzenreiche ſtehen, und verbinde ſie mit den Flechten, denen ſie jedenfalls am nächſten verwandt ſind. Der phyletiſche Urſprung der Pilze wird wohl noch lange im Dunkeln bleiben. Die bereits angedeutete nahe Verwandtſchaft der Phykomyceten mit den Siphoneen (beſonders den Saprolegnien und Vaucherien) läßt daran denken, daß ſie von letzteren abſtammen. Die Pilze würden dann als Algen zu betrachten ſein, die durch Anpaſſung an das Schmarotzerleben ganz eigenthümlich umgebildet worden ſind. Andrerſeits ſprechen jedoch auch manche Thatſachen für die Vermuthung, daß die niederſten Pilze ſelbſtſtändig aus archigonen Moneren entſprungen ſind.

Die zweite Klaſſe der Inophyten, die Flechten (Lichenes), ſind in phylogenetiſcher Beziehung ſehr merkwürdig. Die überraſchenden Entdeckungen der letzten Jahre haben nämlich gelehrt, daß jede Flechte eigentlich aus zwei ganz verſchiedenen Pflanzen zuſammengeſetzt iſt, aus einer niederen Algenform (Nostochaceen, Chroococcaceen) und aus einer paraſitiſchen Pilzform (Ascomyceten), welche auf der erſteren ſchmarotzt, und von den aſſimilirten Stoffen lebt, die dieſe bereitet. Die grünen, chlorophyllhaltigen Zellen (Gonidien), welche man in jeder Flechte findet, gehören der Alge an. Die farbloſen Fäden (Hyphen) dagegen, welche dicht verwebt die Hauptmaſſe des Flechtenkörpers bilden, gehören dem ſchmarotzenden Pilze an. Immer aber ſind beide Pflanzenform, Pilz und Alge, die man doch als Angehörige zweier ganz verſchiedener Hauptklaſſen betrachtet, ſo feſt mit einander verbunden und ſo innig durchwachſen, daß Jedermann die Flechte als einen einheitlichen Organismus betrachtet. Die meiſten Flechten bilden mehr oder weniger unanſehnliche, formloſe oder unregelmäßig zerriſſene, kruſtenartige Ueberzüge auf Steinen, Baumrinden u. ſ. w. Die Farbe derſelben wechſelt in allen möglichen Abſtufungen vom reinſten Weiß, durch Gelb, Roth, Grün, Braun, bis zum dunkelſten Schwarz. Wichtig ſind viele Flechten in der Oekonomie der Natur dadurch, daß ſie ſich auf den trockenſten und unfruchtbarſten Orten, insbeſondere auf dem nackten Geſtein anſiedeln können, auf welchem keine andere Pflanze leben kann. Die harte

ſchwarze Lava, welche in vulkaniſchen Gegenden viele Quadratmeilen Bodens bedeckt, und welche oft Jahrhunderte lang jeder Pflanzenanſiedelung den hartnäckigſten Widerſtand leiſtet, wird zuerſt immer von Flechten bewältigt. Weiße oder graue Steinflechten (Stereocaulon) ſind es, welche auf den ödeſten und todteſten Lavafeldern immer mit der Urbarmachung des nackten Felſenbodens beginnen und denſelben für die nachfolgende höhere Vegetation erobern. Ihre abſterbenden Leiber bilden die erſte Dammerde, in welcher nachher Moſe, Farne und Blüthenpflanzen feſten Fuß faſſen können. Auch gegen klimatiſche Unbilden ſind die zähen Flechten unempfindlicher als alle anderen Pflanzen. Daher überziehen ihre trockenen Kruſten die nackten Felſen noch in den höchſten, großentheils mit ewigem Schnee bedeckten Gebirgshöhen, in denen keine andere Pflanze mehr ausdauern kann.

Indem wir nun die Pilze, Flechten und Tange, welche gewöhnlich als Thallospflanzen zuſammengefaßt werden, verlaſſen, betreten wir das Gebiet der zweiten großen Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, der Prothallospflanzen (Prothallophyta), welche von anderen als phyllogoniſche Kryptogamen bezeichnet werden (im Gegenſatz zu den Thallospflanzen oder thallogoniſchen Kryptogamen). Dieſes Gebiet umfaßt die beiden Hauptklaſſen der Moſe und Farne. Hier begegnen wir bereits allgemein (wenige der unterſten Stufen ausgenommen) der Sonderung des Pflanzenkörpers in zwei verſchiedene Grundorgane: Axenorgane (oder Stengel und Wurzel), und Blätter (oder Seitenorgane). Hierin gleichen die Prothallospflanzen bereits den Blumenpflanzen, und daher faßt man ſie neuerdings auch häufig mit dieſen als Stockpflanzen oder Cormophyten zuſammen. Andrerſeits aber gleichen die Moſe und Farne den Thallospflanzen durch den Mangel der Blumenbildung und der Samenbildung, und daher ſtellte ſie ſchon Linné mit dieſen als Kryptogamen zuſammen, im Gegenſatz zu den ſamenbildenden Pflanzen, den Blumenpflanzen (Anthophyten oder Phanerogamen).

Unter dem Namen „Prothallospflanzen" vereinigen wir die nächſtverwandten Moſe und Farne deshalb, weil bei Beiden ſich ein ſehr

eigenthümlicher und charakteristischer Generationswechsel in der individuellen Entwickelung findet. Jede Art nämlich tritt in zwei verschiedenen Generationen auf, von denen man die eine gewöhnlich als Vorkeim oder Prothallium bezeichnet, die andere dagegen als den eigentlichen Stock oder Cormus des Moses oder des Farns betrachtet. Die erste und ursprüngliche Generation, der Vorkeim oder Prothallus, auch das Prothallium oder Protonema genannt, steht noch auf jener niederen Stufe der Formbildung, welche alle Thalluspflanzen zeitlebens zeigen, d. h. es sind Stengel und Blattorgane noch nicht gesondert, und der ganze zellige Körper des Vorkeims stellt einen einfachen Thallus dar. Die zweite und vollkommenere Generation der Mose und Farne dagegen, der Stock oder Cormus, bildet einen viel höher organisirten Körper, welcher wie bei den Blumenpflanzen in Stengel und Blatt gesondert ist, ausgenommen bei den niedersten Mosen, bei welchen auch diese Generation noch auf der niederen Stufe der ursprünglichen Thallusbildung stehen bleibt. Mit Ausnahme dieser letzteren erzeugt allgemein bei den Mosen und Farnen die erste Generation, der thallusförmige Vorkeim, eine stockförmige zweite Generation mit Stengel und Blättern; diese erzeugt wiederum den Thallus der ersten Generation u. s. w. Es ist also, wie bei dem gewöhnlichen einfachen Generationswechsel der Thiere, die erste Generation der dritten, fünften u. s. w., die zweite dagegen der vierten, sechsten u. s. w. gleich. (Vergl. oben S. 185.)

Von den beiden Hauptklassen der Prothalluspflanzen stehen die Mose im Allgemeinen auf einer viel tieferen Stufe der Ausbildung, als die Farne, und vermitteln durch ihre niedersten Formen (namentlich in anatomischer Beziehung) den Uebergang von den Thalluspflanzen und speciell von den Tangen zu den Farnen. Der genealogische Zusammenhang der Mose und Farne, welcher dadurch angedeutet wird, läßt sich jedoch nur zwischen den unvollkommensten Formen beider Hauptklassen nachweisen. Die vollkommneren und höheren Gruppen der Mose und Farne stehen in gar keiner näheren Beziehung zu einander und entwickeln sich nach ganz entgegen-

geſetzten Richtungen hin. Jedenfalls ſind die Moſe direkt aus Thalluspflanzen und zwar wahrſcheinlich aus Grüntangen entſtanden. Die Farne dagegen ſtammen wahrſcheinlich von ausgeſtorbenen unbekannten Muscinen ab, die den niederſten der heutigen Lebermoſe ſehr nahe ſtanden. Für die Schöpfungsgeſchichte ſind die Farne von weit höherer Bedeutung als die Moſe.

Die Hauptklaſſe der Moſe (Muscinae, auch Musci oder Bryophyta genannt) enthält die niederen und unvollkommneren Pflanzen der Prothallophytengruppe, welche noch gefäßlos ſind. Meiſtens iſt ihr Körper ſo zart und vergänglich, daß er ſich nur ſehr ſchlecht zur kenntlichen Erhaltung in verſteinertem Zuſtande eignet. Daher ſind die foſſilen Reſte von allen Mosklaſſen ſelten und unbedeutend. Vermuthlich haben ſich die Moſe ſchon in ſehr früher Zeit aus den Thalluspflanzen, und zwar aus den Grüntangen entwickelt. Waſſerbewohnende Uebergangsformen von letzteren zu den Moſen gab es wahrſcheinlich ſchon in der Primordialzeit und landbewohnende in der Primärzeit. Die Moſe der Gegenwart, aus deren ſtufenweis verſchiedener Ausbildung die vergleichende Anatomie Einiges auf ihre Genealogie ſchließen kann, zerfallen in vier verſchiedene Klaſſen, nämlich 1. die Tangmoſe; 2. die Lebermoſe; 3. die Laubmoſe und 4. die Torfmoſe.

Auf der tiefſten Stufe der mosartigen Pflanzen ſteht die erſte Klaſſe, die Tangmoſe (Characeae oder Charobrya). Hierher gehören die tangartigen Armleuchterpflanzen (Chara) und Glanzmoſe (Nitella), welche mit ihren grünen, fadenförmigen, quirlartig von gabelſpaltigen Aeſten umſtellten Stengeln in unſeren Teichen und Tümpeln oft dichte Bänke bilden. Einerſeits nähern ſich die Characeen im anatomiſchen Bau, beſonders der Fortpflanzungsorgane, den Moſen und werden dieſen neuerdings unmittelbar angereiht. Andrerſeits ſtehen ſie durch viele Eigenſchaften tief unter den übrigen Moſen und ſchließen ſich vielmehr den Grüntangen oder Chlorophyceen an. Man könnte ſie daher wohl als übrig gebliebene und eigenthümlich ausgebildete Abkömmlinge von jenen Grüntangen betrach-

ten, aus denen ſich die übrigen Moſe entwickelt haben. Durch manche Eigenthümlichkeiten ſind übrigens die Tangmoſe ſo ſehr von allen übrigen Pflanzen verſchieden, daß viele Botaniker ſie als eine beſondere Hauptabtheilung des Pflanzenreichs betrachten.

Die zweite Klaſſe der Moſe bilden die Lebermoſe (Hepaticae oder Thallobrya). Die hierher gehörigen Moſe ſind meiſtens wenig bekannte, kleine und unanſehnliche Formen. Die niederſten Formen derſelben beſitzen noch in beiden Generationen einen einfachen Thallus, wie die Thalluspflanzen, ſo z. B. die Riccien und Marchantien. Die höheren Lebermoſe dagegen, die Jungermannien und Verwandte, beginnen allmählich Stengel und Blatt zu ſondern, und die höchſten ſchließen ſich unmittelbar an die Laubmoſe an. Die Lebermoſe zeigen durch dieſe Uebergangsbildung ihre direkte Abſtammung von den Thallophyten, und zwar von den Grüntangen an.

Diejenigen Moſe, welche der Laie gewöhnlich allein kennt, und welche auch in der That den hauptſächlichſten Beſtandtheil der ganzen Hauptklaſſe bilden, gehören zu der dritten Klaſſe, den Laubmoſen (Musci frondosi, Musci im engeren Sinne oder Phyllobrya genannt). Hierher gehören die meiſten jener zierlichen Pflänzchen, die zu dichten Gruppen vereinigt, den ſeidenglänzenden Mosteppich unſerer Wälder bilden, oder auch in Gemeinſchaft mit Lebermoſen und Flechten die Rinde der Bäume überziehen. Als die Waſſerbehälter, welche die Feuchtigkeit ſorgfältig aufbewahren, ſind ſie für die Oekonomie der Natur von der größten Wichtigkeit. Wo der Menſch ſchonungslos die Wälder abgeholzt und ausgerodet hat, da verſchwanden mit den Bäumen auch die Laubmoſe, welche ihre Rinde bedeckten oder im Schutze ihres Schattens den Boden bekleideten und die Lücken zwiſchen den größeren Gewächſen ausfüllten. Mit den Laubmoſen verſchwanden aber die nützlichen Waſſerbehälter, welche Regen und Thau ſammelten und für die Zeiten der Trockniß aufbewahrten. So entſteht eine troſtloſe Dürre des Bodens, welche das Aufkommen jeder ergiebigen Vegetation vereitelt. In dem größten Theile Südeuropas, in Griechenland, Italien, Sicilien, Spanien ſind durch die

rückſichtsloſe Ausrodung der Wälder die Moſe vernichtet und dadurch der Boden ſeiner nützlichſten Feuchtigkeitsvorräthe beraubt worden; die vormals blühendſten und üppigſten Landſtriche ſind in dürre, öde Wüſten verwandelt. Leider nimmt auch in Deutſchland neuerdings dieſe rohe Barbarei immer mehr überhand. Wahrſcheinlich haben die kleinen Laubmoſe jene außerordentlich wichtige Rolle ſchon ſeit ſehr langer Zeit, vielleicht ſeit Beginn der Primärzeit geſpielt. Da aber ihre zarten Leiber ebenſo wenig wie die der übrigen Moſe für die deutliche Erhaltung im foſſilen Zuſtande geeignet ſind, ſo kann uns hierüber die Paläontologie keine Auskunft geben.

Als einen beſonderen Zweig der Laubmosklaſſe haben wir endlich die vierte und letzte Mosklaſſe zu betrachten, die Torfmoſe (Sphagnaceae oder Sphagnobrya). Wahrſcheinlich haben ſich dieſelben aus einer Abtheilung der Laubmoſe, vielleicht aber auch direkt aus den Lebermoſen entwickelt. Auch von dieſer Klaſſe verräth uns die Verſteinerungskunde nicht den Zeitpunkt ihrer Entſtehung. Auch dieſe Moſe ſind trotz ihres unſcheinbaren Aeußeren doch durch ihr maſſenhaftes Wachsthum für den Naturhaushalt von größter Wichtigkeit. Indem ihre abgeſtorbenen Leiber auf dem Sumpf- und Moorboden, in dem ſie wachſen, ſich in vielen Generationen über einander häufen, bilden ſie den Torf, der für die Bodenbildung vieler Gegenden von höchſter Bedeutung iſt.

Weit mehr als von den Moſen wiſſen wir durch die Verſteinerungskunde von der außerordentlichen Bedeutung, welche die zweite Hauptklaſſe der Prothalluspflanzen, die der Farne, für die Geſchichte der Pflanzenwelt gehabt hat. Die Farne, oder genauer ausgedrückt, die „farnartigen Pflanzen“ (Filicinae oder Pteridoidae, auch Pteridophyta oder Gefäßkryptogamen genannt) bildeten während eines außerordentlich langen Zeitraums, nämlich während des ganzen primären oder paläolithiſchen Zeitalters, die Hauptmaſſe der Pflanzenwelt, ſo daß wir dasſelbe gradezu als das Zeitalter der Farnwälder bezeichnen konnten. Seit Anbeginn der devoniſchen Zeit, in welcher zum erſten Male landbewohnende Organismen auftraten, wäh-

rend der Ablagerung der devoniſchen, carboniſchen und permiſchen Schichten, überwogen die farnartigen Pflanzen ſo ſehr alle übrigen, daß jene Benennung dieſes Zeitalters in der That gerechtfertigt iſt. In den genannten Schichtenſyſtemen, vor allen aber in den ungeheuer mächtigen Steinkohlenflötzen der carboniſchen oder Steinkohlenzeit, finden wir ſo zahlreiche und zum Theil wohl erhaltene Reſte von Farnen, daß wir uns daraus ein ziemlich lebendiges Bild von der ganz eigenthümlichen Landflora des paläolithiſchen Zeitalters machen können. Im Jahre 1855 betrug die Geſammtzahl der damals bekannten paläolithiſchen Pflanzenarten ungefähr Eintauſend, und unter dieſen befanden ſich nicht weniger als 872 farnartige Pflanzen. Unter den übrigen 128 Arten befanden ſich 77 Gymnoſpermen (Nadelhölzer und Palmfarne), 40 Thallusphanzen (größtentheils Tange) und gegen 20 nicht ſicher beſtimmbare Cormophyten.

Wie ſchon vorher bemerkt, haben ſich die Farne wahrſcheinlich aus niederen Lebermoſen hervorgebildet, und zwar ſchon im Beginn der Primärzeit, in der devoniſchen Periode. In ihrer Organiſation erheben ſich die Farne bereits bedeutend über die Moſe und ſchließen ſich in ihren höheren Formen ſchon an die Blumenpflanzen an. Während bei den Moſen noch ebenſo wie bei den Thallusphanzen der ganze Körper aus ziemlich gleichartigen, wenig oder nicht differenzirten Zellen zuſammengeſetzt iſt, entwickeln ſich im Gewebe der Farne bereits jene eigenthümlich differenzirten Zellenſtränge, welche man als Pflanzengefäße und Gefäßbündel bezeichnet, und welche auch bei den Blumenpflanzen allgemein vorkommen. Daher vereinigt man wohl auch die Farne als „Gefäßkryptogamen" mit den Phanerogamen, und ſtellt dieſe „Gefäßpflanzen" den „Zellenpflanzen" gegenüber, d. h. den „Zellenkryptogamen" (Moſen und Thallusphanzen). Dieſer hochwichtige Fortſchritt in der Pflanzenorganiſation, die Bildung der Gefäße und Gefäßbündel, fand demnach erſt in der devoniſchen Zeit ſtatt, alſo im Beginn der zweiten und kleineren Hälfte der organiſchen Erdgeſchichte.

Die Hauptklaſſe der Farne oder Filicinen wird allgemein in vier verſchiedene Klaſſen eingetheilt, nämlich 1. die Schaftfarne oder Ca-

lamophyten, 2. die Laubfarne oder Phyllopteriden, 3. die Wasserfarne oder Hydropteriden, und 4. die Schuppenfarne oder Lepidophyten. Die bei weitem wichtigste und formenreichste von diesen vier Klassen, welche den Hauptbestandtheil der paläolithischen Wälder bildete, waren die Laubfarne und demnächst die Schuppenfarne. Dagegen traten die Schaftfarne schon damals mehr zurück und von den Wasserfarnen wissen wir nicht einmal mit Bestimmtheit, ob sie damals schon lebten. Es muß uns schwer fallen, uns eine Vorstellung von dem ganz eigenthümlichen Charakter jener düsteren paläolithischen Farnwälder zu bilden, in denen der ganze bunte Blumenreichthum unserer gegenwärtigen Flora noch völlig fehlte, und welche noch von keinem Vogel belebt wurden. Von Blumenpflanzen existirten damals nur die beiden niedersten Klassen, die nacktsamigen Nadelhölzer und Palmfarne, deren einfache und unscheinbare Blüthen kaum den Namen der Blumen verdienen.

Wahrscheinlich sind alle vier Farnklassen als vier getrennte Aeste des Stammbaums zu betrachten, die aus einem gemeinsamen Hauptaste in der Devonzeit ihren Ursprung nahmen. Jedoch sind einerseits die niederen Schaftfarne näher mit den Laubfarnen, andrerseits die höheren Schuppenfarne näher mit den Wasserfarnen verwandt, so daß man auch zwei gabelspaltige Aeste oder einen doppelt gabelspaltigen Hauptast als die Stammbasis der ganzen Farnhauptklasse ansehen kann.

Auf der niedersten Organisationsstufe bleibt unter den Farnen die erste Klasse stehen, die Schaftfarne (Calamariae oder Calamophyta). Sie umfaßt drei verschiedene Ordnungen, von denen nur eine noch gegenwärtig lebt, nämlich die Schafthalme oder Schachtelhalme (Equisetaceae). Die beiden anderen Ordnungen, die Riesenhalme (Calamiteae) und die Sternblatthalme (Asterophylliteae) sind längst ausgestorben. Alle Schaftfarne zeichnen sich durch einen hohlen und gegliederten Schaft, Stengel oder Stamm aus, an welchem Aeste und Blätter, wenn sie vorhanden sind, quirlförmig um die Stengelglieder herumstehen. Die hohlen

Stammes krönten. Die einfache oder mehrfache Zuſammenſetzung und Fiederung dieſer Wedel, der zierliche Verlauf der veräſtelten Nerven oder Gefäßbündel in ihrem zarten Laube iſt an den Abdrücken der paläolithiſchen Farnwedel noch ſo deutlich zu erkennen, wie an den Farnwedeln der Jetztzeit. Bei Vielen ſind ſelbſt die Fruchthäufchen, welche auf der Unterfläche der Wedel vertheilt ſind, ganz deutlich erhalten. Nach der Steinkohlenzeit nahm das Uebergewicht der Laubfarne bereits ab und ſchon gegen Ende der Secundärzeit ſpielten ſie eine faſt ſo untergeordnete Rolle wie in der Gegenwart.

Am wenigſten bekannt von allen Farnen iſt uns die Geſchichte der dritten Klaſſe, der Wurzelfarne oder Waſſerfarne (Rhizocarpeae oder Hydropterides). In ihrem Bau ſchließen ſich dieſe, im ſüßen Waſſer lebenden Farne einerſeits an die Laubfarne, andrerſeits an die Schuppenfarne an, ſind jedoch den letzteren und dadurch auch den Blumenpflanzen näher verwandt, als die erſteren. Es gehören hierher die wenig bekannten Mosfarne (Salvinia), Kleefarne (Marsilea) und Pillenfarne (Pilularia) in den ſüßen Gewäſſern unſerer Heimath, ferner die größere ſchwimmende Azolla der Tropenteiche. Die meiſten Waſſerfarne ſind von zarter Beſchaffenheit und deshalb wenig zur Verſteinerung geeignet. Daher mag es wohl rühren, daß ihre foſſilen Reſte ſo ſelten ſind, und daß die älteſten derſelben, die wir kennen, im Jura gefunden wurden. Wahrſcheinlich iſt aber die Klaſſe viel älter und hat ſich bereits während der paläolithiſchen Zeit aus anderen Farnen durch Anpaſſung an das Waſſerleben entwickelt.

Die vierte und letzte Farnklaſſe bilden die Schuppenfarne (Lepidophyta oder Selagines). Sie entwickelten ſich höher als alle übrigen Farne und bilden bereits den Uebergang zu den Blumenpflanzen, die ſich aus ihnen zunächſt hervorgebildet haben. Nächſt den Wedelfarnen waren ſie am meiſten an der Zuſammenſetzung der paläolithiſchen Farnwälder betheiligt. Auch dieſe Klaſſe enthält, gleichwie die Klaſſe der Schaftfarne, drei nahe verwandte, aber doch mehrfach verſchiedene Ordnungen, von denen nur noch eine am Leben, die beiden anderen aber bereits gegen Ende der Steinkohlenzeit aus-

geſtorben ſind. Die heute noch lebenden Schuppenfarne gehören zur Ordnung der Bärlappe (Lycopodiaceae). Es ſind meiſtens kleine und zierliche, moosähnliche Pflänzchen, deren zarter, in vielen Windungen ſchlangenartig auf dem Boden kriechender und vielverästelter Stengel dicht von ſchuppenähnlichen und ſich deckenden Blättchen eingehüllt iſt. Die zierlichen Lycopodium-Ranken unſerer Wälder, welche die Gebirgsreiſenden um ihre Hüte winden, werden Ihnen Allen bekannt ſein, ebenſo die noch zartere Selaginella, welche als ſogenanntes „Rankenmoos" den Boden unſerer Gewächshäuſer als dichter Teppich ziert. Die größten Bärlappe der Gegenwart leben auf den Sundainſeln und erheben ſich dort zu Stämmen von einem halben Fuß Dicke und 25 Fuß Höhe. Aber in der Primärzeit und Secundärzeit waren noch größere Bäume dieſer Art weit verbreitet, von denen die älteſten wahrſcheinlich zu den Stammeltern der Nadelhölzer gehören (Lycopodites). Die mächtigſte Entwickelung erreichte jedoch die Klaſſe der Schuppenfarne während der Primärzeit nicht in den Bärlappbäumen, ſondern in den beiden Ordnungen der Schuppenbäume (Lepidodendreae) und der Siegelbäume (Sigillarieae). Dieſe beiden Ordnungen treten ſchon in der Devonzeit mit einzelnen Arten auf, erreichen jedoch ihre maſſenhafte und erſtaunliche Ausbildung erſt in der Steinkohlenzeit, und ſterben bereits gegen Ende derſelben oder in der darauf folgenden Antepermzeit wieder aus. Die Schuppenbäume oder Lepidodendren waren wahrſcheinlich den Bärlappen noch näher verwandt, als die Siegelbäume. Sie erhoben ſich zu prachtvollen, unverästelten und gerade aufſteigenden Stämmen, die ſich am Gipfel nach Art eines Kronleuchters gabelſpaltig in zahlreiche Aeſte theilten. Dieſe trugen eine mächtige Krone von Schuppenblättern und waren gleich dem Stamm in zierlichen Spirallinien von den Narben oder Anſatzſtellen der abgefallenen Blätter bedeckt. Man kennt Schuppenbäume von 40—60 Fuß Länge und 12—15 Fuß Durchmeſſer am Wurzelende. Einzelne Stämme ſollen ſelbſt mehr als hundert Fuß lang ſein. Noch viel maſſenhafter finden ſich in der Steinkohle die nicht minder hohen, aber ſchlanke-

ren Stämme der merkwürdigen Siegelbäume oder Sigillarien angehäuft, die an manchen Orten hauptsächlich die Steinkohlenflötze zusammensetzen. Ihre Wurzelstöcke hat man früher als eine ganz besondere Pflanzenform (Stigmaria) beschrieben. Die Siegelbäume sind in vieler Beziehung den Schuppenbäumen sehr ähnlich, weichen jedoch durch ihren anatomischen Bau schon mehrfach von diesen und von den Farnen überhaupt ab, und scheinen einen Uebergang zu den Gymnospermen, insbesondere zu den Palmfarnen oder Cycadeen zu bilden.

Indem wir nun die dichten Farnwälder der Primärzeit verlassen, welche vorzugsweise aus den Laubfarnen, aus den Schuppenbäumen und Siegelbäumen zusammengesetzt sind, treten wir in die nicht minder charakteristischen Nadelwälder der Secundärzeit hinüber. Damit treten wir aber zugleich aus dem Bereiche der blumenlosen und samenlosen Pflanzen oder Kryptogamen in die zweite Hauptabtheilung des Pflanzenreichs, in das Unterreich der samenbildenden Pflanzen, der Blumenpflanzen oder Phanerogamen hinein. Diese formenreiche Abtheilung, welche die Hauptmasse der jetzt lebenden Pflanzenwelt, und namentlich die große Mehrzahl der landbewohnenden Pflanzen enthält, ist jedenfalls viel jüngeren Alters, als die Abtheilung der Kryptogamen. Denn sie kann erst im Laufe des paläolithischen Zeitalters aus dieser letzteren sich entwickelt haben. Mit voller Gewißheit können wir behaupten, daß während des ganzen archolithischen Zeitalters, also während der ersten und längeren Hälfte der organischen Erdgeschichte, noch gar keine Blumenpflanzen existirten, und daß sie sich erst während der Primärzeit aus farnartigen Kryptogamen entwickelt haben. Die anatomische und embryologische Verwandtschaft der Phanerogamen mit diesen letzteren ist so innig, daß wir daraus mit Sicherheit auch auf ihren genealogischen Zusammenhang, ihre wirkliche Blutsverwandtschaft schließen können. Die Blumenpflanzen können unmittelbar weder aus Thalluspflanzen noch aus Moosen, sondern nur aus Farnen oder Filicinen entstanden sein. Höchst wahrscheinlich sind die Schuppenfarne oder Lepidophy-

ten, und zwar Bärlapppflanzen oder Lycopodiaceen, welche der heutigen Selaginella sehr nahe verwandt waren, die unmittelbaren Vorfahren der Phanerogamen gewesen.

Schon seit langer Zeit hat man auf Grund des inneren anatomischen Baues und der embryologischen Entwickelung das Unterreich der Phanerogamen in zwei große Hauptklassen eingetheilt, in die Nacktsamigen oder Gymnospermen und in die Decksamigen oder Angiospermen. Diese letzteren sind in jeder Beziehung vollkommener und höher organisirt als die ersteren, und haben sich erst später, im Laufe der Secundärzeit, aus diesen entwickelt. Die Gymnospermen bilden sowohl anatomisch als embryologisch die vermittelnde Uebergangsgruppe von den Farnen zu den Angiospermen.

Die niedere, unvollkommenere und ältere von den beiden Hauptklassen der Blumenpflanzen, die der Nacktsamigen (Gymnospermae) erreichte ihre mannichfaltigste Ausbildung und ihre weiteste Verbreitung während der mesolithischen oder Secundärzeit. Sie ist für dieses Zeitalter nicht minder charakteristisch, wie die Farngruppe für das vorhergehende primäre, und wie die Angiospermengruppe für das nachfolgende tertiäre Zeitalter. Wir konnten daher die Secundärzeit auch als den Zeitraum der Gymnospermen, oder nach ihren bedeutendsten Vertretern als das Zeitalter der Nadelhölzer bezeichnen. Von den beiden Klassen, in welche die Gymnospermen zerfallen, den Nadelhölzern und Palmfarnen, ist die erstere am stärksten in der Triaszeit, die letztere in der Jurazeit entwickelt. Jedoch fällt die Entstehung der ganzen Hauptklasse schon in eine frühere Zeit. Wir finden versteinerte Reste von beiden Klassen derselben bereits in der Steinkohle vor, und müssen daraus schließen, daß der Uebergang von Schuppenfarnen in Gymnospermen bereits während der Steinkohlenzeit, oder vielleicht selbst schon in der devonischen Zeit erfolgt ist. Immerhin spielen die Nacktsamigen während der ganzen folgenden Primärzeit nur eine sehr untergeordnete Rolle und gewinnen die Herrschaft über die Farne erst im Beginn der Secundärzeit.

Von den beiden Klassen der Gymnospermen steht diejenige der

Palmfarne oder Zamien (Cycadeae) auf der niedersten Stufe und schließt sich, wie schon der Name sagt, unmittelbar an die Farne an, so daß sie selbst von manchen Botanikern wirklich mit dieser Gruppe im Systeme vereinigt wird. In der äußeren Gestalt gleichen sie sowohl den Palmen als den Farnbäumen oder baumartigen Laubfarnen und tragen eine aus Fiederblättern zusammengesetzte Krone, welche entweder auf einem dicken niedrigen Strunke oder auf einem schlanken, einfachen, säulenförmigen Stamme sitzt. In der Gegenwart ist diese einst formenreiche Klasse nur noch durch wenige, in der heißen Zone lebende Formen dürftig vertreten, durch die niedrigen Zapfenfarne (Zamia), die dickstämmigen Brodfarne (Encephalartos), und die schlankstämmigen Rollfarne (Cycas). Man findet sie häufig in unseren Treibhäusern, wo sie gewöhnlich mit Palmen verwechselt werden. Eine viel größere Formenmannichfaltigkeit als die lebenden, bieten uns die ausgestorbenen und versteinerten Zapfenfarne, welche namentlich in der Mitte der Secundärzeit, während der Juraperiode in größter Masse auftraten und damals vorzugsweise den Charakter der Wälder bestimmten.

In größerer Formenmannichfaltigkeit als die Klasse der Palmfarne hat sich bis auf unsere Zeit der andere Zweig der Gymnospermengruppe erhalten, die Klasse der Nadelhölzer oder Zapfenbäume (Coniferae). Noch gegenwärtig spielen die dazu gehörigen Cypressen, Wachholder und Lebensbäume (Thuja), die Taxus und Ginkobäume (Salisburya), die Araucarien und Cedern, vor allen aber die formenreiche Gattung Pinus mit ihren zahlreichen und bedeutenden Arten, den verschiedenen Kiefern, Pinien, Tannen, Fichten, Lärchen u. s. w. in den verschiedensten Gegenden der Erde eine sehr bedeutende Rolle, und setzen ausgedehnte Waldgebiete fast allein zusammen. Doch erscheint diese Entwickelung der Nadelhölzer schwach im Vergleiche zu der ganz überwiegenden Herrschaft, welche sich diese Klasse während der älteren Secundärzeit, in der Triasperiode, über die übrigen Pflanzen erworben hatte. Damals bildeten mächtige Zapfenbäume in verhältnißmäßig wenigen Gattungen und Arten,

aber in ungeheuren Maſſen von Individuen beiſammen ſtehend, den Hauptbeſtandtheil der meſolithiſchen Wälder. Sie rechtfertigen die Benennung der Secundärzeit als des „Zeitalters der Nadelwälder", obwohl die Coniferen ſchon in der Jurazeit von den Cycadeen überflügelt wurden.

Aus den Nadelwäldern der meſolithiſchen oder Secundärzeit treten wir in die Laubwälder der cenolithiſchen oder Tertiärzeit hinüber und gelangen dadurch zur Betrachtung der ſechsten und letzten Hauptklaſſe des Pflanzenreichs, der Deckſamigen (Angiospermae). Wie ſchon vorher bemerkt, hat ſich dieſe zweite Hauptklaſſe der Blumenpflanzen erſt viel ſpäter als die Nacktſamigen, und zwar aus einem Zweige dieſer letzteren entwickelt. Da unter den bekannten Gymnoſpermen die Gnetaceen (eine eigenthümliche Abtheilung der Coniferen) den Angioſpermen am nächſten ſtehen, ſo iſt der Urſprung der letzteren vermuthlich in dieſer Gruppe zu ſuchen. Die erſten ſicheren und unzweifelhaften Verſteinerungen von Deckſamigen finden wir in den Schichten des Kreideſyſtems, und zwar kommen hier neben einander Reſte von den beiden Klaſſen vor, in welche man die Hauptklaſſe der Angioſpermen allgemein eintheilt, nämlich Einkeimblättrige oder Monocotylen und Zweikeimblättrige oder Dicotylen. Die letzteren ſind jedenfalls nicht älter als die Kreidezeit. Dagegen ſind die erſteren möglicherweiſe auch ſchon früher vorhanden geweſen. Wir kennen nämlich eine Anzahl von zweifelhaften und nicht ſicher beſtimmbaren foſſilen Pflanzenreſten aus der Jurazeit und aus der Triaszeit, welche von manchen Botanikern bereits für Monocotylen, von anderen dagegen für Gymnoſpermen gehalten werden. Selbſt in den Steinkohlenſchichten glaubte man Monocotylenreſte gefunden zu haben, die ſich aber neuerdings als Ueberbleibſel entweder von Nacktſamigen oder von Farnen herausgeſtellt haben. Demnach ſcheint es jetzt ſicher zu ſein, daß die Klaſſe der Deckſamigen erſt während der Secundärzeit aus den Nacktſamigen entſtanden iſt. Was die beiden Klaſſen der Deckſamigen betrifft, Monocotylen und Dicotylen, ſo haben ſich entweder beide Zweige

aus einem gemeinsamen Stammaste, oder die Dicotylen erst später aus den Monocotylen entwickelt.

Die Klasse der Einkeimblättrigen oder Einsamenlappigen (Monocotylae oder Monocotyledones, auch Endogenae genannt) umfaßt diejenigen Blumenpflanzen, deren Samen nur ein einziges Keimblatt oder einen sogenannten Samenlappen (Cotyledon) besitzt. Jeder Blattkreis ihrer Blume enthält in der großen Mehrzahl der Fälle drei Blätter, und es ist sehr wahrscheinlich, daß die gemeinsame Mutterpflanze aller Monocotylen eine regelmäßige und dreizählige Blüthe besaß. Die Blätter sind meistens einfach, von einfachen, graden Gefäßbündeln oder sogenannten „Nerven" durchzogen. Zu dieser Klasse gehören die umfangreichen Familien der Binsen und Gräser, Lilien und Schwertlilien, Orchideen und Dioscoreen, ferner eine Anzahl einheimischer Wasserpflanzen, die Wasserlinsen, Rohrkolben, Seegräser u. s. w. und endlich die prachtvollen, höchst entwickelten Familien der Aroideen und Pandaneen, der Bananen und Palmen. Im Ganzen ist die Monocotylenklasse trotz aller Formenmannichfaltigkeit, die sie in der Tertiärzeit und in der Gegenwart entwickelt hat, viel einförmiger organisirt, als die Dicotylenklasse, und auch ihre geschichtliche Entwickelung bietet ein viel geringeres Interesse. Da ihre versteinerten Reste meistens schwer zu erkennen sind, so bleibt die Frage vorläufig noch offen, in welchem der drei großen secundären Zeiträume, Trias-, Jura- oder Kreidezeit, die Monocotylen aus den Gymnospermen entstanden sind. Jedenfalls existirten sie in der Kreidezeit schon eben so sicher wie die Dicotylen.

Viel größeres historisches und anatomisches Interesse bietet in der Entwickelung ihrer untergeordneten Gruppen die zweite Klasse der Decksamigen, die Zweikeimblättrigen oder Zweisamenlappigen (Dicotylae oder Dicotyledones, auch Exogenae benannt). Die Blumenpflanzen dieser Klasse besitzen, wie ihr Name sagt, gewöhnlich zwei Samenlappen oder Keimblätter (Cotyledonen). Die Grundzahl in der Zusammensetzung ihrer Blüthe ist gewöhnlich nicht drei, wie bei den meisten Monocotylen, sondern vier oder fünf,

oder ein Vielfaches davon. Ferner sind ihre Blätter gewöhnlich höher differenzirt und mehr zusammengesetzt, als die der Monocotylen, und von gekrümmten, verästelten Gefäßbündeln oder „Adern" durchzogen. Zu dieser Klasse gehören die meisten Laubbäume, und da dieselbe in der Tertiärzeit schon ebenso wie in der Gegenwart das Uebergewicht über die Gymnospermen und Farne besaß, so konnten wir das cenolithische Zeitalter auch als das der Laubwälder bezeichnen.

Obwohl die Mehrzahl der Dicotylen zu den höchsten und vollkommensten Pflanzen gehört, so schließt sich doch die niederste Abtheilung derselben unmittelbar an die Monocotylen an und stimmt mit diesen namentlich darin überein, daß in ihrer Blüthe Kelch und Blumenkrone noch nicht gesondert sind. Man nennt sie daher Kelchblüthige (Monochlamydeae oder Apetalae). Diese Unterklasse hat sich zunächst entweder aus den Monocotylen oder in Zusammenhang mit diesen aus den Gymnospermen entwickelt. Es gehören dahin die meisten kätzchentragenden Laubbäume, die Birken und Erlen, Weiden und Pappeln, Buchen und Eichen, ferner die nesselartigen Pflanzen, Nesseln, Hanf und Hopfen, Feigen, Maulbeeren und Rüstern, endlich die Wolfsmilchartigen, Amaranthartigen, Lorbeerartigen u. s. w.

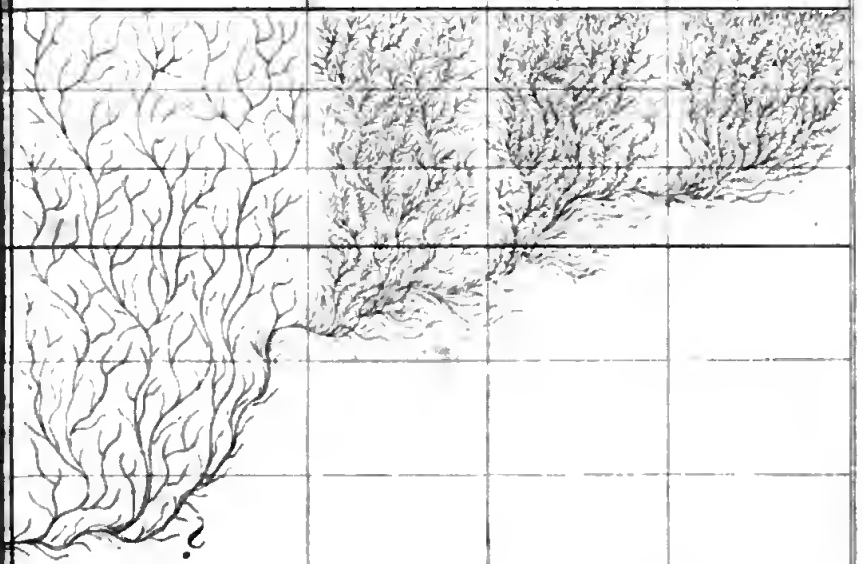
Neben den Kelchblüthigen lebte aber in der Kreidezeit auch schon die zweite und vollkommenere Unterklasse der Dicotylen, die Gruppe der Kronenblüthigen (Dichlamydeae oder Corolliflorae). Diese entstanden aus den Kelchblüthigen dadurch, daß sich die einfache Blüthenhülle der letzteren in Kelch und Krone differenzirte. Die Unterklasse der Kronenblüthigen zerfällt wiederum in zwei große Hauptabtheilungen oder Legionen, deren jede eine große Menge von verschiedenen Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten enthält. Die erste Legion führt den Namen der Sternblüthigen oder Diapetalen, die zweite den Namen der Glockenblüthigen oder Gamopetalen.

Die tiefer stehende und unvollkommnere von den beiden Legionen der Kronenblüthigen sind die Sternblüthigen (Diapetalae, auch Polypetalae oder Dialypetalae genannt). Hierher gehören die

n-Pflanzen. Phanerogamae.

Decksamige. Angiospermae.

Einkeimblättrige. Monocotylae.	Zweikeimblättrige. Dicotylae.		
	Kelchblüthige. Monochlamydeae.	Sternblüthige. Dialypetalae.	Glockenblüthige. Gamopetalae.



Relative Länge der 5 Zeitalter in Procenten:	
Quartär-Zeit	0, 5
Tertiär-Zeit	2, 3
Secundär-Zeit	11, 5
Primär-Zeit	32, 1
Primordial-Zeit	53, 6
Summa:	100, 0

umfangreichen Familien der Doldenblüthigen oder Umbelliferen, der Kreuzblüthigen oder Cruciferen, ferner die Ranunculaceen und Crassulaceen, Wasserrosen und Cistrosen, Malven und Geranien, und neben vielen anderen namentlich noch die großen Abtheilungen der Rosenblüthigen, (welche außer den Rosen die meisten unserer Obstbäume umfassen) und der Schmetterlingsblüthigen, (welche unter anderen die Wicken, Bohnen, Klee, Ginster, Akacien und Mimosen enthalten). Bei allen diesen Diapetalen bleiben die Blumenblätter getrennt und verwachsen nicht mit einander, wie es bei den Gamopetalen der Fall ist. Die letzteren haben sich erst in der Tertiärzeit aus den Diapetalen entwickelt, während diese schon in der Kreidezeit neben den Kelchblüthigen auftraten.

Die höchste und vollkommenste Gruppe des Pflanzenreichs bildet die zweite Abtheilung der Kronenblüthigen, die Legion der Glockenblüthigen (Gamopetalae, auch Monopetalae oder Sympetalae genannt). Hier verwachsen die Blumenblätter, welche bei den übrigen Blumenpflanzen meistens ganz getrennt bleiben, regelmäßig zu einer mehr oder weniger glocken-, trichter- oder röhrenförmigen Krone. Es gehören hierher unter anderen die Glockenblumen und Winden, Primeln und Haidekräuter, Gentiane und Gaisblatt, ferner die Familie der Oelbaumartigen (Oelbaum, Liguster, Flieder und Esche) und endlich neben vielen anderen Familien die umfangreichen Abtheilungen der Lippenblüthigen (Labiaten) und der Zusammengesetztblüthigen (Compositen). In diesen letzteren erreicht die Differenzirung und Vervollkommnung der Phanerogamenblüthe ihren höchsten Grad, und wir müssen sie daher als die Vollkommensten von allen an die Spitze des Pflanzenreichs stellen. Dem entsprechend tritt die Legion der Glockenblüthigen oder Gamopetalen am spätesten von allen Hauptgruppen des Pflanzenreichs in der organischen Erdgeschichte auf, nämlich erst in der cenolithischen oder Tertiärzeit. Selbst in der älteren Tertiärzeit ist sie noch sehr selten, nimmt erst in der mittleren langsam zu und erreicht erst in der neueren Tertiärzeit und in der Quartärzeit ihre volle Ausbildung.

Wenn Sie nun, in der Gegenwart angelangt, nochmals die ganze geschichtliche Entwickelung des Pflanzenreichs überblicken, so werden sie nicht umhin können, darin lediglich eine großartige Bestätigung der Descendenztheorie zu erblicken. Die beiden großen Grundgesetze der organischen Entwickelung, die wir als die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung im Kampf um's Dasein nachgewiesen haben, die Gesetze der Differenzirung und der Vervollkommnung, machen sich in der Entwickelung der größeren und kleineren Gruppen des natürlichen Pflanzensystems überall geltend. In jeder größeren und kleineren Periode der organischen Erdgeschichte nimmt das Pflanzenreich sowohl an Mannichfaltigkeit, als an Vollkommenheit zu, wie Ihnen schon ein Blick auf Taf. IV deutlich zeigt. Während der ganzen langen Primordialzeit existirt nur die niederste und unvollkommenste Hauptklasse der Tange. Zu diesen gesellen sich in der Primärzeit die höheren und vollkommneren Kryptogamen, insbesondere die Hauptklasse der Farne. Schon während der Steinkohlenzeit beginnen sich aus diesen die Phanerogamen zu entwickeln, anfänglich jedoch nur durch die niedere Hauptklasse der Nacktsamigen oder Gymnospermen repräsentirt. Erst während der Secundärzeit geht aus diesen die höhere Hauptklasse der Decksamigen oder Angiospermen hervor. Auch von diesen sind anfänglich nur die niederen, kronenlosen Gruppen, die Monocotylen, dann die Apetalen vorhanden. Erst während der Kreidezeit entwickeln sich aus letzteren die höheren Kronenblüthigen. Aber auch diese höchste Abtheilung ist in der Kreidezeit nur durch die tiefer stehenden Sternblüthigen oder Diapetalen vertreten, und ganz zuletzt erst, in der Tertiärzeit, gehen aus diesen die höher stehenden Glockenblüthigen oder Gamopetalen hervor, die vollkommensten von allen Blumenpflanzen. So erhob sich in jedem jüngeren Abschnitt der organischen Erdgeschichte das Pflanzenreich stufenweise zu einem höheren Grade der Vollkommenheit und der Mannichfaltigkeit.

Achtzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.

I. Pflanzenthiere und Wurmthiere.

Das natürliche Syſtem des Thierreichs. Syſtem von Linné und Lamarck. Die vier Typen von Bär und Cuvier. Vermehrung derſelben auf ſechs Typen. Genealogiſche Bedeutung der ſechs Typen als ſelbſtſtändiger Stämme des Thierreichs. Monophyletiſche und polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe des Thierreichs. Gemeinſamer Urſprung der fünf übrigen Thierſtämme aus dem Würmerſtamm. Eintheilung der ſechs Thierſtämme in 16 Hauptklaſſen und 33 Klaſſen. Stamm der Pflanzenthiere. Schwämme oder Spongien (Weichſchwämme, Hartſchwämme). Neſſelthiere oder Akalephen (Korallen, Schirmquallen, Kammquallen). Stamm der Wurmthiere. Urwürmer oder Archelminthen (Infuſorien). Weichwürmer oder Scoleciden (Plattwürmer, Rundwürmer). Sackwürmer oder Himategen (Mosthiere, Manteltbiere). Gliedwürmer oder Colelminthen (Sternwürmer, Ringelwürmer, Räderwürmer).

Meine Herren! Das natürliche Syſtem der Organismen, welches wir ebenſo im Thierreich wie im Pflanzenreich zunächſt als Leitfaden für unſere genealogiſchen Unterſuchungen benutzen müſſen, iſt hier wie dort erſt neueren Urſprungs, und weſentlich durch die Fortſchritte unſeres Jahrhunderts in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie bedingt. Die Klaſſificationsverſuche des vorigen Jahrhunderts bewegten ſich faſt ſämmtlich noch in der Bahn des künſtlichen Syſtems, welches zuerſt Carl Linné in ſtrengerer Form aufgeſtellt hatte. Das künſtliche Syſtem unterſcheidet ſich von dem

natürlichen wesentlich dadurch, daß es nicht die gesammte Organisation und die innere, auf der Blutsverwandtschaft beruhende Formverwandtschaft zur Grundlage der Eintheilung macht, sondern nur einzelne und dazu meist noch äußerliche, leicht in die Augen fallende Merkmale. So unterschied Linné seine 24 Klassen des Pflanzenreichs wesentlich nach der Zahl, Bildung und Verbindung der Staubgefäße. Ebenso unterschied derselbe im Thierreiche sechs Klassen wesentlich nach der Beschaffenheit des Herzens und des Blutes. Diese sechs Klassen waren: 1. die Säugethiere; 2. die Vögel; 3. die Amphibien; 4. die Fische; 5. die Insecten und 6. die Würmer.

Diese sechs Thierklassen Linné's sind aber keineswegs von gleichem Werthe, und es war schon ein wichtiger Fortschritt, als Lamarck zu Ende des vorigen Jahrhunderts die vier ersten Klassen als Wirbelthiere (Vertebrata) zusammenfaßte, und diesen die übrigen Thiere, die Insecten und Würmer Linné's, als eine zweite Hauptabtheilung, als Wirbellose (Invertebrata) gegenüberstellte. Eigentlich griff Lamarck damit auf den Vater der Naturgeschichte, auf Aristoteles zurück, welcher diese beiden großen Hauptgruppen bereits unterschieden, und die ersten Blutthiere, die letzteren Blutlose genannt hatte.

Den nächsten großen Fortschritt zum natürlichen System des Thierreichs thaten einige Decennien später zwei der verdienstvollsten Zoologen, Carl Ernst Bär und George Cuvier. Wie schon früher erwähnt wurde, stellten dieselben fast gleichzeitig, und unabhängig von einander, die Behauptung auf, daß mehrere grundverschiedene Hauptgruppen im Thierreich zu unterscheiden seien, von denen jede einen ganz eigenthümlichen Bauplan oder Typus besitze. (Vergl. oben S. 48.) In jeder dieser Hauptabtheilungen giebt es eine baumförmig verzweigte Stufenleiter von sehr einfachen und unvollkommenen bis zu höchst zusammengesetzten und entwickelten Formen. Der Ausbildungsgrad innerhalb eines jeden Typus ist ganz unabhängig von dem eigenthümlichen Bauplan, der dem Typus als besonderer Charakter zu Grunde liegt. Dieser „Typus"

wird durch das eigenthümliche Lagerungsverhältniß der wichtigsten Körpertheile und die Verbindungsweise der Organe bestimmt. Der Ausbildungsgrad dagegen ist abhängig von der mehr oder weniger weitgehenden Arbeitstheilung oder Differenzirung der Plastiden und Organe. Diese außerordentlich wichtige und fruchtbare Idee begründete Bär, welcher sich auf die individuelle Entwickelungsgeschichte der Thiere stützte, viel klarer und tiefer als Cuvier, welcher sich bloß an die Resultate der vergleichenden Anatomie hielt. Doch erkannte weder dieser noch jener die wahre Ursache jenes merkwürdigen Verhältnisses. Diese wird uns erst durch die Descendenztheorie enthüllt. Sie zeigt uns, daß der gemeinsame Typus oder Bauplan durch die Vererbung, der Grad der Ausbildung oder Sonderung dagegen durch die Anpassung bedingt ist. (Gen. Morph. II, 10.)

Sowohl Bär als Cuvier unterschieden im Thierreich vier verschiedene Typen oder Baupläne und theilten dasselbe dem entsprechend in vier große Hauptabtheilungen (Zweige oder Kreise) ein. Die erste von diesen wird durch die Wirbelthiere (Vertebrata) gebildet, welche die vier ersten Klassen Linné's umfassen: die Säugethiere Vögel, Amphibien und Fische. Den zweiten Typus bilden die Gliederthiere (Articulata), welche die Insecten Linné's, also die eigentlichen Insecten, die Tausendfüße, Spinnen und Krebse, außerdem aber auch einen großen Theil der Würmer, insbesondere die gegliederten Würmer enthalten. Die dritte Hauptabtheilung umfaßt die Weichthiere (Mollusca): die Kracken, Schnecken, Muscheln, und einige verwandte Gruppen. Der vierte und letzte Kreis des Thierreichs endlich ist aus den verschiedenen Strahlthieren (Radiata) zusammengesetzt, welche sich auf den ersten Blick von den drei vorhergehenden Typen durch ihre „strahlige", blumenähnliche Körperform unterscheiden. Während nämlich bei den Weichthieren, Gliederthieren und Wirbelthieren der Körper aus zwei symmetrisch-gleichen Seitenhälften besteht, aus zwei Gegenstücken oder Antimeren, von denen das eine das Spiegelbild des anderen darstellt, so ist dagegen bei den sogenannten Strahlthieren der Körper aus mehr als zwei, gewöhnlich

vier, fünf oder sechs Gegenstücken zusammengesetzt, welche wie bei einer Blume um eine gemeinsame Hauptaxe gruppirt sind. So auffallend dieser Unterschied zunächst auch erscheint, so ist er doch im Grunde nur von höchst untergeordneter Bedeutung.

Die Aufstellung dieser natürlichen Hauptgruppen, Typen oder Kreise des Thierreichs, durch Bär und Cuvier war der größte Fortschritt in der Klassification der Thiere seit Linné. Die drei Gruppen der Wirbelthiere, Gliederthiere und Weichthiere sind so naturgemäß, daß sie noch heutzutage in wenig verändertem Umfang beibehalten werden. Dagegen mußte die ganz unnatürliche Vereinigung der Strahlthiere bei genauerer Erkenntniß alsbald aufgelöst werden. Zuerst wies Leuckart 1848 nach, daß darunter zwei grundverschiedene Typen vermischt seien, nämlich einerseits die Sternthiere (Echinoderma): die Seesterne, Seelilien, Seeigel und Seegurken; andrerseits die Pflanzenthiere (Coelenterata oder Zoophyta): die Schwämme, Korallen, Schirmquallen und Kammquallen. Gleichzeitig wurden durch Siebold die Infusionsthierchen oder Infusorien mit den Wurzelfüßern oder Rhizopoden in einer besonderen Hauptabtheilung des Thierreichs als Urthiere (Protozoa) vereinigt. Dadurch stieg die Zahl der thierischen Typen oder Kreise auf sechs. Endlich wurde dieselbe noch dadurch um einen siebenten Typus vermehrt, daß die meisten neueren Zoologen die Hauptabtheilung der Gliederthiere oder Articulaten in zwei Gruppen trennten, einerseits die mit gegliederten Beinen versehenen Gliederfüßer (Arthropoda), welche den Insecten im Sinne Linné's entsprechen, nämlich die eigentlichen (sechsbeinigen) Insecten, die Tausendfüße, Spinnen und Krebse; andrerseits die fußlosen oder mit ungegliederten Füßen versehenen Würmer (Vermes). Diese letzteren umfassen nur die eigentlichen oder echten Würmer (die Ringelwürmer, Rundwürmer, Plattwürmer u. s. w.) und entsprechen daher keineswegs den Würmern in Linné's Sinne, welcher dazu auch noch die Weichthiere, Strahlthiere und viele andere niedere Thiere gerechnet hatte.

So wäre denn nach der Anschauung der neueren Zoologen,

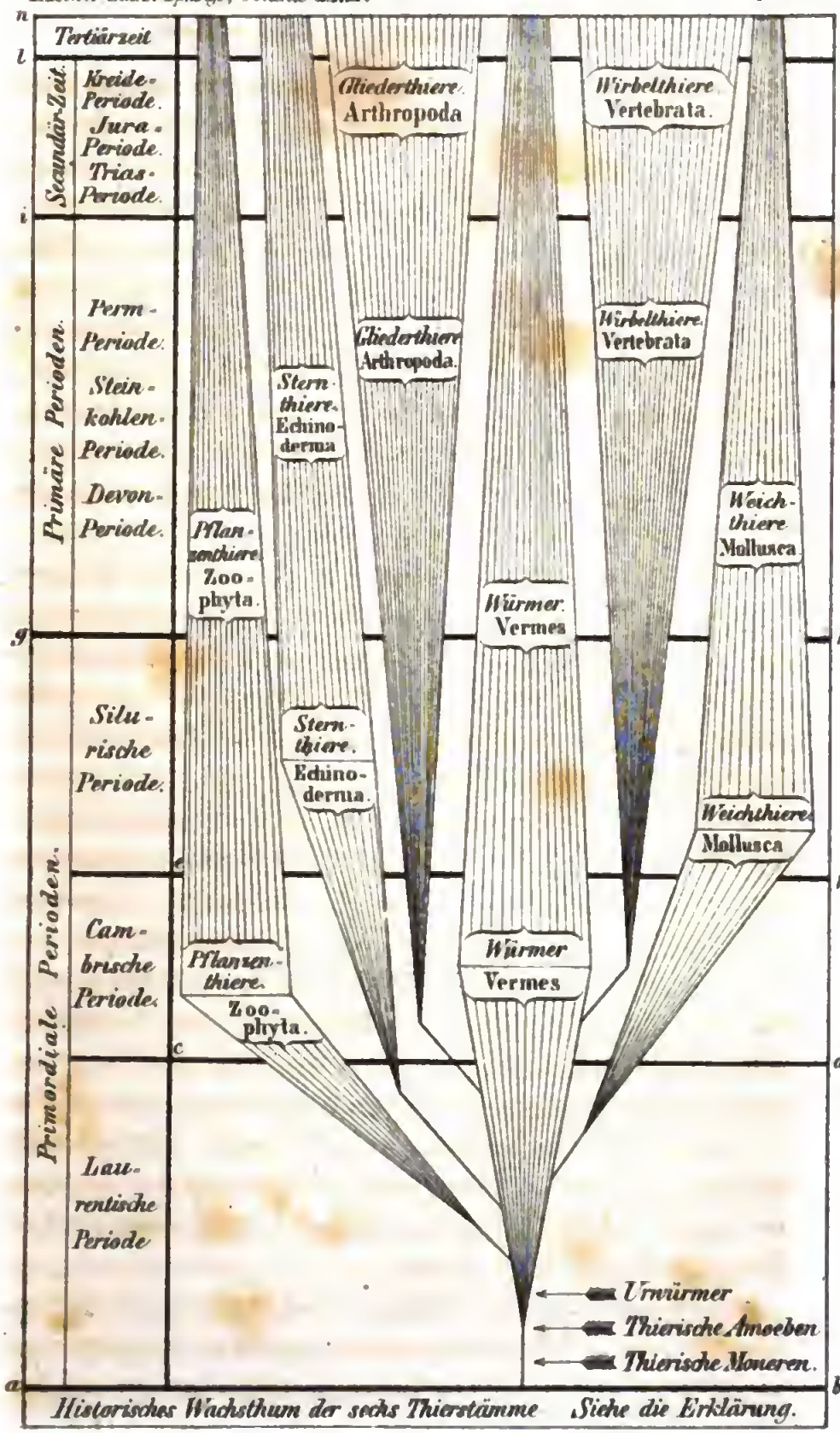
welche Sie fast in allen Hand- und Lehrbüchern der gegenwärtigen Thierkunde vertreten finden, das Thierreich aus sieben ganz verschiedenen Hauptabtheilungen oder Typen zusammengesetzt, deren jede durch einen charakteristischen, ihr ganz eigenthümlichen sogenannten Bauplan ausgezeichnet, und von jeder der anderen völlig verschieden ist. In dem natürlichen System des Thierreichs, welches ich Ihnen jetzt als den wahrscheinlichen Stammbaum desselben entwickeln werde, schließe ich mich im Großen und Ganzen dieser üblichen Eintheilung an, jedoch nicht ohne einige Modificationen, welche ich in Betreff der Genealogie für sehr wichtig halte. Unverändert in ihrem bisherigen Umfange werde ich die drei Typen der Wirbelthiere, Gliedfüßer, und Sternthiere beibehalten. Dagegen müssen die drei Gruppen der Weichthiere, Würmer und Pflanzenthiere einige Veränderungen ihres Gebiets erleiden. Den siebenten und letzten Kreis, den der Urthiere oder Protozoen, löse ich ganz auf. Den größten Theil der jetzt gewöhnlich als Urthiere angesehenen Organismen, nämlich die Wurzelfüßer, Amoeboiden und Geißelschwärmer betrachte ich als Protisten und habe Ihnen dieselben bereits vorgeführt. Von den beiden noch übrigen Klassen der Urthiere betrachte ich die Schwämme als Wurzel des Pflanzenthierstammes, die Infusorien als Wurzel des Würmerstammes.

Die sechs Zweige oder Kreise des Thierreichs, welche nach Ausscheidung der Protozoen übrig bleiben, sind ohne Zweifel durch ihre Anatomie und Entwickelungsgeschichte dergestalt charakterisirt, daß man sie im Sinne von Bär und Cuvier als selbstständige „Typen" auffassen kann. Trotz aller Mannichfaltigkeit in der äußeren Form, welche innerhalb jedes dieser Typen sich entwickelt, ist dennoch die Grundlage des inneren Baues, das wesentliche Lagerungsverhältniß der Körpertheile, welches den Typus bestimmt, so constant, bei allen Gliedern jedes Typus so übereinstimmend, daß man dieselben eben wegen dieser inneren Formverwandtschaft im natürlichen System in einer einzigen Hauptgruppe vereinigen muß. Daraus folgt aber unmittelbar, daß diese Vereinigung auch im Stammbaum des Thier-

reichs ſtattfinden muß. Denn die wahre Urſache jener innigen Formverwandtſchaft kann nur die wirkliche Blutsverwandtſchaft ſein. Wir können alſo ohne Weiteres den wichtigen Satz aufſtellen, daß alle Thiere, welche zu einem und demſelben Kreis oder Typus gehören, von einer und derſelben urſprünglichen Stammform abſtammen müſſen. Mit anderen Worten, der Begriff des Kreiſes oder Typus, wie er in der Zoologie ſeit Bär und Cuvier für die wenigen oberſten Hauptgruppen oder „Unterreiche" des Thierreichs gebräuchlich iſt, fällt zuſammen mit dem Begriffe des Stammes oder Phylum, wie ihn die Deſcendenztheorie für die Geſammtheit derjenigen Organismen anwendet, welche ohne Zweifel blutsverwandt ſind, und eine gemeinſame Wurzel beſitzen.

Die übereinſtimmenden Zeugniſſe der vergleichenden Anatomie, Embryologie und Paläontologie begründen dieſe Blutsverwandtſchaft aller Angehörigen eines jeden Typus ſo ſicher, daß ſchon jetzt darüber kaum ein Zweifel herrſchen kann. Wenigſtens gilt dies faſt ohne Widerſpruch von den fünf Stämmen der Wirbelthiere, Gliedfüßer, Weichthiere, Sternthiere und Pflanzenthiere. Zweifelhafter iſt dies bei den Würmern, deren Kreis auch in ſeiner heutigen Zuſammenſetzung immer noch ein buntes Gemiſch von ſehr verſchiedenartigen Thieren darſtellt, welche weſentlich nur in negativen Merkmalen, in der tiefen Stufe ihrer Organiſation und in dem indifferenten Charakter ihres Baues übereinſtimmen. Noch heute iſt ebenſo wie zu Zeiten Linné's die Würmerklaſſe die allgemeine Rumpelkammer der Zoologie, in welche die Syſtematiker alle Thiere hineinwerfen, die ſie in keinem anderen Typus oder Phylum mit Sicherheit unterbringen können. Dieſes ſeltſame Verhältniß hat aber ſeinen guten Grund, und zwar darin, daß wir mit größter Wahrſcheinlichkeit den Würmerſtamm (in ſeinem heutigen Umfang) als die gemeinſame Wurzel oder Stammgruppe des ganzen Thierreichs anſehen können.

Obwohl jeder der fünf Stämme (nach Ausſchluß des Würmerſtammes), eine aufſteigende baumförmig verzweigte Stufenleiter von ſehr einfachen und niederen zu ſehr zuſammengeſetzten und hochorga-


n
o
l
m
i
k
g
h
e
f
c
d
a
b
Tertiärzeit
Secundär-Zeit.
Kreide-Periode.
Jura-Periode.
Trias-Periode.
Primäre Perioden.
Perm-Periode.
Stein-kohlen-Periode.
Devon-Periode.
Primordiale Perioden.
Silu-rische Periode.
Cam-brische Periode.
Lau-rentische Periode
Gliederthiere. Arthropoda
Wirbelthiere. Vertebrata.
Gliederthiere. Arthropoda.
Wirbelthiere. Vertebrata
Stern-thiere. Echino-derma
Pflan-zenthiere. Zoo-phyta.
Würmer. Vermes
Weich-thiere. Mollusca
Stern-thiere. Echino-derma.
Weichthiere. Mollusca
Pflanzen-thiere.
Zoo-phyta.
Würmer
Vermes
Urwürmer
Thierische Amoeben
Thierische Moneren.
Historisches Wachsthum der sechs Thierstämme Siehe die Erklärung.

nisirten Thieren darstellt, so sind dennoch die unvollkommensten und niedersten Formen derselben immer bereits so differenzirt, daß sie nicht die ursprünglichen Stammformen des ganzen Stammes darstellen können. Dies gilt ebenso von den niedersten Stufen der Wirbelthiere und Gliedfüßer, wie von den unvollkommensten Formen der Weichthiere, Sternthiere und Pflanzenthiere. Wollen wir daher die ersten und ältesten Vorfahren derselben erkennen, so müssen wir nothwendig auf noch tiefer stehende Organismen zurückgehen.

Die Embryologie der Thiere belehrt uns, daß jedes Individuum sich aus einer einfachen Zelle, einem Ei entwickelt, und hieraus können wir, auf den innigen ursächlichen Zusammenhang zwischen Ontogenie und Phylogenie gestützt, unmittelbar den wichtigen Schluß ziehen, daß auch die ältesten Stammformen eines jeden Phylum einfache Zellen, gleich den Eiern, waren. Diese Zellen selbst aber müssen, wie ich Ihnen schon früher zeigte, von Moneren abstammen, die durch Urzeugung entstanden sind. Welche Formenkette liegt nun aber zwischen jenen einfachen Stammzellen und zwischen den verhältnißmäßig schon hoch organisirten Thieren, die wir heutzutage als die niedersten und ältesten Formen eines jeden der fünf genannten Stämme ansehen? Auf diese Frage erhalten wir durch die vergleichende Anatomie und Embryologie zwar keine ganz bestimmte Antwort, aber doch einen sehr wichtigen Hinweis. Es zeigt sich nämlich, daß unter der bunten Formenmasse des gestaltenreichen Würmerstammes eine ganze Anzahl von interessanten Thierformen versteckt ist, welche wir mit einem mehr oder weniger hohen Grade von Wahrscheinlichkeit als Uebergangsformen von den niederen Würmern zu den niedersten Entwickelungsstufen der fünf übrigen Stämme ansehen können. Wir dürfen in ihnen noch jetzt lebende nahe Verwandte von jenen längst ausgestorbenen Würmern vermuthen, aus denen sich in altersgrauer primordialer Vorzeit die fünf Stammformen der fünf übrigen Phylen entwickelten. So gleichen namentlich einige Infusionsthiere den ersten Jugendzuständen der Pflanzenthiere. Einige Weichwürmer und die Mosthiere schließen sich an die Weichthiere an.

Die Sternwürmer und einige Ringelwürmer führen uns zu den Sternthieren hinüber, andere Ringelwürmer dagegen und die Räderthiere zu den Gliedfüßern. Die Mantelthiere endlich schließen sich zunächst an die Wirbelthiere an, indem die Jugendzustände von den niedersten Formen beider Gruppen nahe verwandt sind.

Erwägen wir nun einerseits diese unleugbare anatomische und embryologische Verwandtschaft einzelner Würmergruppen mit den niedersten und tiefststehenden Ausgangsformen der fünf übrigen Stämme, andrerseits die vielfache verwandtschaftliche Verkettung, durch welche auch die verschiedenen Gruppen des Würmerstammes trotz aller Verschiedenheiten unter sich innig verbunden sind, so gelangen wir schließlich zu der Anschauung, daß *auch für das gesammte Thierreich ein gemeinsamer Ursprung aus einer einzigen Wurzel* oder Stammform das Wahrscheinlichste ist. Auch hier, wie im Pflanzenreich, gewinnt bei näherer und eingehenderer Betrachtung die einstämmige oder *monophyletische* Descendenzhypothese das Uebergewicht über die entgegengesetzte, vielstämmige oder *polyphyletische* Hypothese.

Die polyphyletische Hypothese vom Ursprung des Thierreichs kann in sehr verschiedener Form gedacht werden. Man könnte es zunächst z. B. für das Wahrscheinlichste halten, daß jeder der sechs thierischen Stämme selbstständigen Ursprungs ist und sich ganz unabhängig von den fünf anderen aus einer besonderen Zellenform entwickelt hat, die von einem besonderen, durch Urzeugung entstandenen Moner abstammt. Gegen diese Vorstellung spricht erstens die merkwürdige Uebereinstimmung der frühesten embryonalen Entwickelungszustände bei den verschiedenen Stämmen, und zweitens die Menge von verbindenden Uebergangsformen, welche einerseits zwischen den verschiedenen Gruppen des Würmerstammes, und andrerseits zwischen diesen und den niedersten, auf tiefster Sonderungsstufe stehen gebliebenen Thieren der fünf übrigen Stämme existiren. Ebenso erheben sich gegen alle anderen polyphyletischen Hypothesen so gewichtige Bedenken, daß man zu keiner derselben Vertrauen gewinnen kann.

Die wahrscheinlichste genealogische Hypothese über den Ursprung und die paläontologische Entwickelung des Thierreichs ist demnach folgende (S. 449). Durch Urzeugung entstanden zuerst thierische Moneren, gleich denen des Pflanzenreichs und des Protistenreichs ganz einfache und structurlose Plasmastücke, aber von beiden durch Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung ihres eiweißartigen Protoplasma und in dem Stoffwechsel desselben abweichend. Aus diesen chemischen Unterschieden folgte im Kampfe um's Dasein mit Nothwendigkeit ihre Entwickelung zu echt thierischen Formen. Indem im Inneren dieser gleichartigen Moneren sich ein Kern von dem umgebenden Protoplasma sonderte, entstanden die ersten thierischen Zellen, ebenfalls nicht in ihrer Form, sondern nur in ihrer chemischen Zusammensetzung und in ihrem Stoffwechsel von den einfachsten selbstständigen Zellen unter den Urpflanzen und Protisten verschieden. Diese nackten einzelligen Thiere, an Form gleichwerthig den Eiern der vielzelligen Thiere, lebten anfangs selbstständig, gleich den heute noch lebenden Amoeben. Später aber bildeten sie, in Colonien beisammen bleibend, vielzellige Körper, gleich dem kugeligen Haufen von Furchungskugeln, welcher bei den vielzelligen Thieren aus der wiederholten Theilung des Eies entsteht (vergl. Fig. 2, S. 169, und Fig. 3, 4, S. 170). Aus diesen einfachen Haufen gleichartiger Zellen gingen allmählich durch Sonderung und Vervollkommnung die niedersten infusorienartigen Würmer hervor. Die Ontogenie vieler Würmer, ferner vieler Pflanzenthiere, Sternthiere und Weichthiere, wiederholt uns noch heutzutage jenen wichtigen Vorgang der Phylogenie, indem das gefurchte Ei, d. h. der vielzellige, aus der Eitheilung entstandene Körper sich zunächst in einen bewimperten „infusorienartigen" Embryo oder Larve verwandelt. Aus gleichen bewimperten Infusorien entstanden dann durch weitere Differenzirung die niedersten Formen der bewimperten Strudelwürmer oder Turbellarien, Weichwürmer, welche wir als die gemeinsame Stammgruppe aller übrigen Würmerklassen ansehen können. Viele von den letzteren blieben bis auf den heutigen Tag auf der niederen Entwickelungsstufe des Wurmes stehen.

Ontogeneſis. Erſte Stufen der individuellen Entwickelung.	Phylogeneſis. Erſte Stufen der phyletiſchen Entwickelung.	Syſtem. Erſte Stufen der anatomiſchen Differenzirung.
5. **Planula-Larven** mit Mund und Darmanlage	5. **Archelminthen** und **Archiſpongien** (Urwürmer und Urſchwämme)	5. **Burſarien** ꝛc. Bewimperte Infuſorien mit Mund.
4. **Plakuleen** oder bewimperte Larven, aus gleichartigen Zellen zuſammengeſetzt	4. **Plakulaten** (als **Planula** perſiſtirende Formen)	4. **Opalinen** ꝛc. (Bewimperte Infuſorien ohne Mund) (und **Magoſphären**)
3. Haufen von gleichartigen Furchungskugeln	3. Synamoeben (Haufen von gleichartigen Amoeben)	3. Vielzellige Gregarinen
2. **Thier-Ei** (einfache Eizelle)	2. Aelteſte animale **Amoeben**	2. **Amoeben** der Gegenwart
1. Ei (wenn das Keimbläschen verſchwunden iſt, wie es oft im Beginn der Ontogeneſe geſchehen ſoll!)	1. Aelteſte animale Moneren, durch Urzeugung entſtanden.	1. Moneren der Gegenwart (Protamoeben, Bampyrellen u. ſ. w.)

Einige wenige aber entwickelten sich nach verschiedenen Richtungen hin zu höheren Formen, welche die Stammformen für die übrigen, höheren Thierstämme wurden.

Diese Vorstellung von dem primitiven phyletischen Entwickelungsgange, den die ältesten Stammformen des Thierreichs genommen haben, ist keine willkürliche Hypothese, sondern eine nothwendige Folgerung aus den Thatsachen, welche uns die individuelle Entwickelung der Thiere aus den verschiedensten Klassen in den ersten Stadien vor Augen führt. Bei den Pflanzenthieren so gut wie bei den Würmern, bei den Sternthieren so gut wie bei den Weichthieren, ja sogar noch bei den niedersten Wirbelthieren (Amphioxus) entwickelt sich aus dem Ei zunächst eine bewimperte Larve (Planula), und diese bildet den gemeinsamen Ausgangspunkt der weiterhin divergenten Entwickelung. Die gegenüberstehende Tabelle (S. 444) deutet Ihnen an, wie schlagend in diesen wichtigsten ersten Stadien der thierischen Entwickelung der früher erörterte „dreifache Parallelismus der Entwickelung" zur Geltung kommt (S. 280).

Wenn diese Hypothese, wie ich glaube, richtig ist, so würden die sechs Stämme des Thierreichs in genealogischer Beziehung keineswegs gleichwerthig sein (vergl. S. 449). Denn der Würmerstamm würde dann als die gemeinsame Stammgruppe der fünf übrigen Stämme zu betrachten sein. Diese letzteren verhielten sich unter einander wie fünf Geschwister, welche in dem ersteren ihre gemeinsame Elternform haben. Unter den fünf Geschwisterstämmen selbst würden wir aber wieder den Stamm der Pflanzenthiere oder Coelenteraten insofern den vier übrigen entgegenstellen müssen, als der erstere einen viel geringeren Grad der Blutsverwandtschaft zu den echten Würmern offenbart, als die vier letzteren. Wahrscheinlich hat sich der erstere in viel früherer Primordialzeit bereits von den tiefsten Stufen des Wurmstammes abgezweigt und aus infusorienartigen Urthieren (Planulaten) selbstständig entwickelt, während die Stammformen der vier übrigen Stämme noch gar nicht von echten Würmern zu trennen waren. Diese letzteren haben sich wohl erst in

viel späterer Zeit von den Würmern gesondert, als der Würmertypus längst die niedere und indifferente Stufe der Urwürmer oder Urthiere überschritten hatte. Selbst wenn wir für die vier Stämme der Wirbelthiere, Gliedfüßer, Weichthiere und Sternthiere mit Bestimmtheit einen gemeinsamen Ursprung aus verschiedenen Zweigen des einheitlichen Würmerstammes annehmen, können wir doch über die Abstammung der Pflanzenthiere von den Würmern noch sehr in Zweifel bleiben, weil eben die niedersten Formen der letzteren, aus denen die ersten Pflanzenthiere entsprungen sein müßten, nur ganz indifferente und vielleicht ganz selbstständig entstandene Urwürmer gewesen sein können. Ich werde diesem genealogischen Bedenken in der nachfolgenden Entwickelung des thierischen Stammbaums dadurch einen Ausdruck geben, daß ich die Pflanzenthiere als eine eigene, von den übrigen Thierstämmen entferntere Gruppe voranstelle, und auf diese erst die Würmer folgen lasse, aus denen sich die vier höheren Stämme des Thierreichs entwickelt haben.

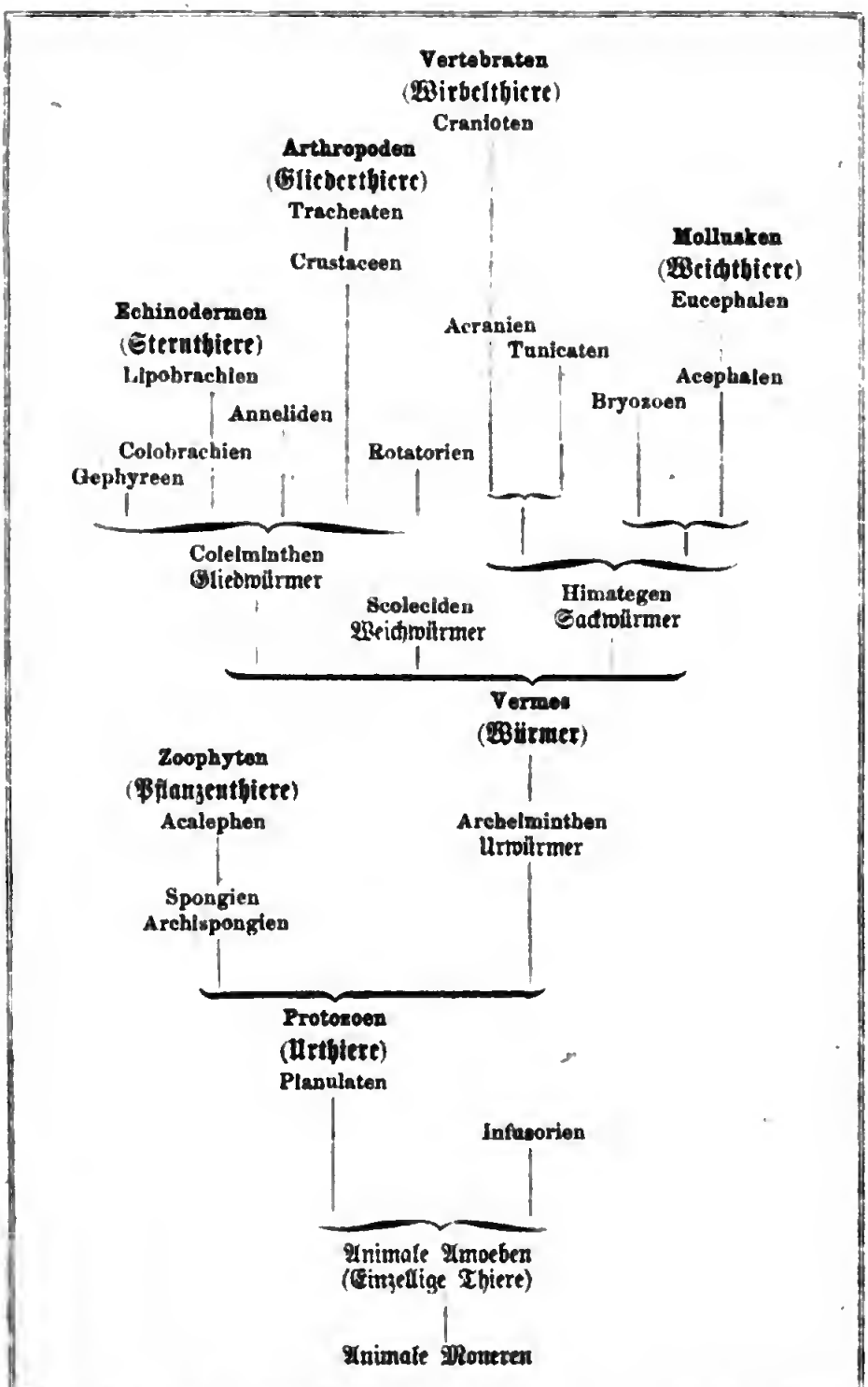
Bevor ich nun diese Aufgabe in Angriff nehme und Ihnen meine genealogische Hypothese von der historischen Entwickelung der Thierstämme näher erläutere, wird es zweckmäßig sein, wie wir schon vorher beim Pflanzenreiche gethan haben, das ganze „natürliche System" des Thierreichs in einer Tabelle übersichtlich zusammen zu stellen, und die Hauptklassen und Klassen zu nennen, welche wir in jedem der sechs großen Thierstämme unterscheiden. Die Zahl dieser obersten Hauptabtheilungen ist im Thierreiche viel größer als im Pflanzenreiche, schon aus dem einfachen Grunde, weil der Thierkörper, entsprechend seiner viel mannichfaltigeren und vollkommneren Lebensthätigkeit, sich in viel mehr verschiedenen Richtungen differenziren und vervollkommnen konnte. Während wir daher das ganze Pflanzenreich in sechs Hauptklassen und achtzehn Klassen eintheilen konnten, müssen wir im Thierreich wenigstens sechszehn Hauptklassen und drei und dreißig Klassen unterscheiden. Diese vertheilen sich in der Art, wie es die nachstehende systematische Uebersicht zeigt, auf die sechs verschiedenen Stämme des Thierreichs (S. 448).

Die Pflanzenthiere (Zoophyta oder Coelenterata), welche wir den übrigen fünf Stämmen des Thierreichs aus den angeführten Gründen gegenüberstellen, verdienen in mehr als einer Beziehung den Anfang zu machen. Denn abgesehen davon, daß dieselben in der That in ihrem gesammten Körperbau viel mehr von den übrigen fünf Stämmen verschieden sind, als diese unter sich, abgesehen ferner davon, daß auch ihre höchstentwickelten Formen nicht denjenigen Grad der Vollkommenheit und Differenzirung erreichen, wie die höchsten Formen der fünf anderen Stämme, schließen sich die Pflanzenthiere in mancher Hinsicht mehr den Pflanzen als den übrigen Thieren an. Insbesondere ist bei den fest gewachsenen Schwämmen und Korallen die äußere Körperform, der Mangel freier Ortsbewegung, die Stockbildung und die Fortpflanzung so ähnlich den entsprechenden Verhältnissen bei den Pflanzen, daß man dieselben noch im Beginn des vorigen Jahrhunderts ganz allgemein für wirkliche Pflanzen hielt. Der alte Name Zoophyta, was wörtlich übersetzt „Thierpflanzen" bedeutet, war daher gar nicht übel gewählt. Durch die Bezeichnung Coelenterata wird der besondere anatomische Charakter ausgedrückt, durch welchen sich die Pflanzenthiere von allen übrigen Thieren unterscheiden. Bei den letzteren werden nämlich allgemein (nur die niedrigsten Formen ausgenommen) die vier verschiedenen Functionen der Ernährungsthätigkeit: Verdauung, Blutumlauf, Athmung und Ausscheidung durch vier ganz verschiedene Organsysteme bewerkstelligt, durch den Darm, das Blutgefäßsystem, die Athmungsorgane und die Harnapparate. Bei den Coelenteraten dagegen sind diese Functionen und ihre Organe noch nicht getrennt, und sie werden sämmtlich durch ein einziges System von Ernährungskanälen vertreten, durch das sogenannte Gastrovascularsystem oder den coelenterischen Darmgefäßapparat. Der Mund, welcher zugleich After ist, führt in einen Magen, in welchen die übrigen Hohlräume des Körpers offen einmünden. Alle Pflanzenthiere leben im Wasser, die meisten im Meere. Nur sehr wenige leben im süßen Wasser, nämlich die Süßwasserschwämme (Spongilla) und einige Urpolypen (Hydra, Cordylophora).

Syſtematiſche Ueberſicht

der 16 Hauptklaſſen und 33 Klaſſen des Thierreichs.

Stämme oder Phylen des Thierreichs	Hauptklaſſen oder Kladen des Thierreichs	Klaſſen des Thierreichs	Syſtematiſcher Name der Klaſſen
A. Pflanzenthiere Zoophyta	I. Schwammthiere *Spongiae*	1. Schwämme	1. Porifera
	II. Neſſelthiere *Acalephae*	2. Korallen	2. Coralla
		3. Schirmquallen	3. Hydromedusae
		4. Kammquallen	4. Ctenophora
B. Wurmthiere Vermes	III. Urwürmer *Archelminthes*	5. Infuſionsthiere	5. Infusoria
	IV. Weichwürmer *Scolecida*	6. Plattwürmer	6. Platyelminthes
		7. Rundwürmer	7. Nematelminthes
	V. Sackwürmer *Himatega*	8. Mosthiere	8. Bryozoa
		9. Manteltiere	9. Tunicata
	VI. Gliedwürmer *Colelminthes*	10. Sternwürmer	10. Gephyrea
		11. Ringelwürmer	11. Annelida
		12. Räderthiere	12. Rotatoria
C. Weichthiere Mollusca	VII. Kopfloſe *Acephala*	13. Taſcheln	13. Spirobranchia
		14. Muſcheln	14. Lamellibranchia
	VIII. Kopfträger *Eucephala*	15. Schnecken	15. Cochlides
		16. Kraken	16. Cephalopoda
D. Sternthiere Echinoderma	IX. Gliederarmige *Colobrachia*	17. Seeſterne	17. Asterida
		18. Seelilien	18. Crinoida
	X. Armloſe *Lipobrachia*	19. Seeigel	19. Echinida
		20. Seegurken	20. Holothuriae
E. Gliederthiere Arthropoda	XI. Kiemenkerfe *Carides*	21. Krebsthiere	21. Crustacea
	XII. Tracheenkerfe *Tracheata*	22. Spinnen	22. Arachnida
		23. Tauſendfüßer	23. Myriapoda
		24. Inſecten	24. Insecta
F. Wirbelthiere Vertebrata	XIII. Rohrherzen *Leptocardia*	25. Schädelloſe	25. Acrania
	XIV. Unpaarnaſen *Monorrhina*	26. Rundmäuler	26. Cyclostoma
	XV. Amnionloſe *Anamnia*	27. Fiſche	27. Pisces
		28. Lurchfiſche	28. Dipneusta
		29. Seedrachen	29. Halisauria
	XVI. Amnionthiere *Amniota*	30. Lurche	30. Amphibia
		31. Schleicher	31. Reptilia
		32. Vögel	32. Aves
		33. Säugethiere	33 Mammalia


Vertebraten
(Wirbelthiere)
Cranioten
Arthropoden
(Gliederthiere)
Tracheaten
Crustaceen
Mollusken
(Weichthiere)
Eucephalen
Echinodermen
(Sternthiere)
Lipobrachien
Acranien
Tunicaten
Acephalen
Bryozoen
Anneliden
Colobrachien
Gephyreen
Rotatorien
Coelminthen
Gliedwürmer
Scoleciden
Weichwürmer
Himategen
Sackwürmer
Vermes
(Würmer)
Zoophyten
(Pflanzenthiere)
Acalephen
Archelminthen
Urwürmer
Spongien
Archispongien
Protozoen
(Urthiere)
Planulaten
Infusorien
Animale Amoeben
(Einzellige Thiere)
Animale Moneren

Eine Probe von den zierlichen blumenähnlichen Formen, welche bei den Pflanzenthieren in größter Mannichfaltigkeit vorkommen, giebt Ihnen das Titelbild. (Vergl. die Erklärung des Titelbildes im Anhang.)

Der Stamm der Pflanzenthiere zerfällt in zwei verschiedene Hauptklassen, in die Schwämme oder Spongien und die Nesselthiere oder Akalephen (S. 452). Die letztere ist viel formenreicher und höher organisirt, als die erstere, welche die niederen Pflanzenthiere und darunter die ursprünglichen Stammformen des ganzen Stammes enthält. Bei den Schwämmen sind allgemein die ganze Körperform sowohl als die einzelnen Organe viel weniger differenzirt und vervollkommnet als bei den Nesselthieren. Insbesondere fehlen den Schwämmen allgemein die charakteristischen Nesselorgane, welche sämmtliche Nesselthiere besitzen.

Die Hauptklasse der Schwämme (Spongiae oder Porifera genannt), welche gewöhnlich als eine einzige Klasse aufgefaßt wird, kann man in zwei Gruppen oder Unterklassen vertheilen, in die Weichschwämme und Hartschwämme. Die Weichschwämme (Malacospongiae) besitzen gar keine harten Theile, kein Skelet, und ihr ganzer Körper besteht aus nackten, amöbenartigen Urzellen, welche in der äußeren Körperschicht (Ectoderm) verschmolzen, in der inneren Schicht (Entoderm) getrennt geblieben sind. Wir unterscheiden in dieser Klasse drei Ordnungen: die Urschwämme, die Schleimschwämme und die Gummischwämme. Unter den Urschwämmen (Archispongiae) verstehen wir die längst ausgestorbenen hypothetischen Stammformen, aus denen sich die ganze Schwammklasse und somit auch der ganze Stamm der Cölenteraten entwickelt hat. Es würden hierher gehören 1) die durch Urzeugung entstandenen Moneren, welche in ältester laurentischer Zeit dem ganzen Stamm den Ursprung gaben; 2) diejenigen Amöben oder einfachen nackten beweglichen Urzellen, welche aus diesen Moneren dadurch entstanden, daß sich im Inneren ein Kern von dem umgebenden Zellstoff differenzirte; 3) endlich die einfachsten vielzelligen Schwämme, welche sich aus den letzteren durch Coloniebildung entwickelten, d. h. dadurch, daß mehrere nackte Amoeben sich

Digitized by Google

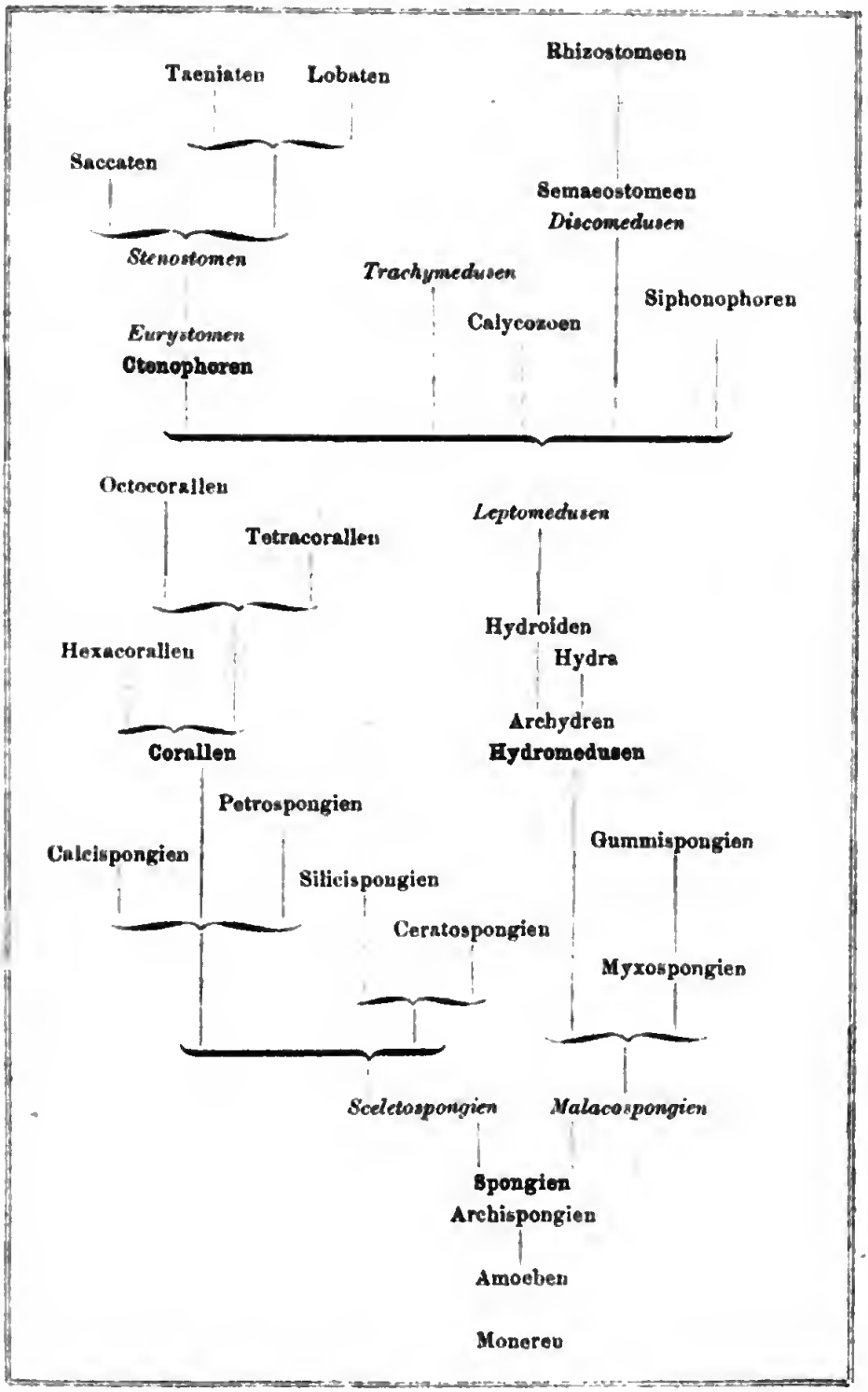
vereinigten und einen ſchleimigen Urſchwammkörper darſtellten (Prospongia). Dadurch würden wir bereits unmittelbar zu der zweiten Ordnung geführt werden, den Schleimſchwämmen (Myxospongiae), von denen noch heutzutage die Halisarca Dujardinii in der Nordſee lebt. Das iſt ein formloſer Schleimkörper, welcher auf dem Thallus der Riementange oder Laminarien feſtſitzend angetroffen wird. Er beſteht einzig und allein aus einer Geſellſchaft von gleichartigen, nackten, amöbenähnlichen Zellen, welche theilweiſe verſchmolzen und in der Weiſe vereinigt ſind, daß der Geſammtkörper von einem ſehr unvollkommenen Canalſyſtem durchzogen wird. Aus dieſen Schleimſchwämmen, welche eigentlich nichts weiter als coelenteriſche Amöbengemeinden ſind, haben ſich dann weiterhin durch Differenzirung die Gummiſchwämme (Gummineae) entwickelt, ausgezeichnet durch ihre gummiartige Conſiſtenz.

Die zweite Hauptabtheilung der Schwämme, die Hartſchwämme (Sceletospongiae), haben ſich erſt ſpäter aus den Schleimſchwämmen entwickelt. Sie unterſcheiden ſich von dieſen dadurch, daß die nackten Amöben, welche den Weichkörper des Schwammes zuſammenſetzen, ein Hartgebilde oder Skelet ausſcheiden, das dem erſteren als formgebende innere Stütze dient. Je nach der verſchiedenen chemiſchen Beſchaffenheit dieſes Skelets unterſcheiden wir unter den Hartſchwämmen vier Ordnungen: die Hornſchwämme, Kieſelſchwämme, Kalkſchwämme und Becherſchwämme. Bei den Hornſchwämmen (Ceratospongiae) beſteht das Skelet bloß aus einer organiſchen Subſtanz, aus einer ſtickſtoffhaltigen Kohlenſtoffverbindung, welche Ihnen Allen als das faſerige Maſchengewebe des gewöhnlichen Badeſchwammes (Euspongia officinalis) bekannt iſt. Dieſes hornähnliche Faſergerüſt, mit welchem wir uns jeden Morgen waſchen, iſt das eigentliche Skelet des Badeſchwammes; alle ſeine Lücken ſind im Leben ausgekleidet und die ganze Maſſe überzogen von dem ſchleimigen Weichkörper, der aus lauter Amöben zuſammengeſetzt iſt. Aus dieſen Hornſchwämmen, die zunächſt von den Schleimſchwämmen abſtammen, haben ſich dann die Kieſelſchwämme entwickelt.

Syſtematiſche Ueberſicht

der 4 Klaſſen und 29 Ordnungen der Pflanzenthiere.

Klaſſen der Pflanzenthiere.	Legionen der Pflanzenthiere.	Ordnungen der Pflanzenthiere.	Ein Gattungsname als Beiſpiel.
I. Schwämme Spongiae oder Porifera	I. *Malacospongiae* Weichſchwämme	1. Archispongiae	Prospongia
		2. Myxospongiae	Halisarca
		3. Gummispongiae	Gummina
	II. *Sceletospongiae* Hartſchwämme	4. Ceratospongiae	Enspongia
		5. Silicispongiae	Spongilla
		6. Petrospongiae	Coeloptychium
		7. Calcispongiae	Sycum
II. Korallen Coralla oder Anthozoa	III. *Tetracoralla* Vierzählige	8. Rugosa	Cyathophyllum
		9. Paranemata	Cereanthus
	IV. *Hexacoralla* Sechszählige	10. Canliculata	Antipathes
		11. Madreporaria	Astraea
		12. Halirhoda	Actinia
	V. *Octocoralla* Achtzählige	13. Alcyonida	Lobularia
		14. Gorgonida	Isis
		15. Pennatulida	Veretillum
III. Polypenquallen Hydromedusae oder Schirmquallen Medusae	VI. *Archydrae* Urpolypen	16. Hydraria	Hydra
	VII. *Leptomedusae* Zartquallen	17. Vesiculata	Sertularia
		18. Ocellata	Tubularia
		19. Siphonophora	Physophora
	VIII. *Trachymedusae* Starrquallen	20. Marsiporchida	Trachynema
		21. Phyllorchida	Geryonia
		22. Elasmorchida	Charybdea
	IX. *Calycozoa* Haftquallen	23. Podactinaria	Lucernaria
	X. *Discomedusae* Scheibenquallen	24. Semaeostomeae	Aurelia
		25. Rhizostomeae	Crambessa
IV. Kammquallen Ctenophora	XI. *Eurystoma* Weitmündige	26. Beroida	Beroe
	XII. *Stenostoma* Engmündige	27. Saccata	Cydippe
		28. Lobata	Eucharis
		29. Taeniata	Cestum


Rhizostomeen
Taeniaten
Lobaten
Saccaten
Semaeostomeen
Discomedusen
Stenostomen
Trachymedusen
Siphonophoren
Calycozoen
Eurystomen
Ctenophoren
Octocorallen
Leptomedusen
Tetracorallen
Hydroiden
Hexacorallen
Hydra
Archydren
Corallen
Hydromedusen
Petrospongien
Gummispongien
Calcispongien
Silicispongien
Ceratospongien
Myxospongien
Sceletospongien
Malacospongien
Spongien
Archispongien
Amoeben
Moneren

Bei den formenreichen Kieſelſchwämmen (Silicispongiae), zu denen auch unſere Süßwaſſerſchwämme (Spongilla) gehören, beſteht das Skelet aus vielen einzelnen Kieſelnadeln, welche bisweilen zu einem äußerſt zierlichen Gitterwerke verflochten ſind, z. B. bei dem berühmten „Venusblumenkorb" (Euplectella). Vielfache Annäherung an die Korallen zeigen die Becherſchwämme (Petrospongiae), welche ſchon längſt ausgeſtorben ſind, aber maſſenhaft verſteinert in den paläolithiſchen und beſonders in den meſolithiſchen Schichten vorkommen. Hier bildete das Skelet ein ſehr regelmäßiges Gerüſt von der Geſtalt eines Bechers, eines Trichters, oder auch eines Hutpilzes. Noch näher den Korallen verwandt ſind aber wahrſcheinlich die Kalkſchwämme (Calcispongiae), deren Skelet aus Kalknadeln beſteht. Bei dieſer kleinen Gruppe läßt ſich ſehr ſchön zeigen, wie die verſchiedenen Arten aus einer gemeinſamen Stammform entſtanden und noch jetzt durch alle möglichen Uebergänge mit derſelben verbunden ſind. Ueberhaupt liefert die Naturgeſchichte der Schwämme in allen Theilen ſchlagende Beweiſe für die Deſcendenztheorie, wie zuerſt Oskar Schmidt, der beſte Kenner dieſer Thierklaſſe, nachgewieſen hat.

Aus den Schwämmen haben ſich durch höhere Differenzirung der Organe und Gewebe die Neſſelthiere (Acalephae oder Cnidae) entwickelt. Das ſind die drei Klaſſen der Korallen (Anthozoa), der Schirmquallen (Hydromedusae) und der Kammquallen (Ctenophora). Sie unterſcheiden ſich von den Schwämmen, mit denen ſie in der charakteriſtiſchen Bildung des ernährenden Kanalſyſtems weſentlich übereinſtimmen, insbeſondere durch den conſtanten Beſitz der Neſſelorgane. Das ſind kleine, mit Gift gefüllte Bläschen, welche in großer Anzahl, meiſt zu vielen Millionen, in der Haut der Neſſelthiere vertheilt ſind, und bei Berührung derſelben hervortreten und ihren Inhalt entleeren. Kleinere Thiere werden dadurch getödtet; bei größeren bringt das Neſſelgift, ganz ähnlich dem Gift unſerer Brennneſſeln, eine leichte Entzündung in der Haut hervor. Diejenigen von Ihnen, welche öfter in der See gebadet haben, werden dabei wohl ſchon bisweilen mit größeren Schirmquallen in Berührung gekommen

ſein und das unangenehme brennende Gefühl kennen gelernt haben, das die Neſſelorgane derſelben hervorbringen. Bei den prachtvollen blauen Seeblaſen oder Phyſalien wirkt das Gift ſo heftig, daß es den Tod des Menſchen zur Folge haben kann.

Die Neſſelthiere ſtammen entweder alle von einer gemeinſamen, aus den Schwämmen entſprungenen Stammform ab, oder ſie haben mehrfache Wurzelformen, die aus verſchiedenen Spongien entſtanden ſind. Manches ſcheint dafür zu ſprechen, daß die Schirmquallen (und die ſpäter aus ihnen hervorgegangenen Kammquallen) von den Weichſchwämmen (Myxoſpongien) abſtammen, die Korallen dagegen von den Hartſchwämmen (vielleicht von den Calciſpongien). (Vergl. Gen. Morph. II, Taf. III, S. L—LXI.)

Die Klaſſe der Korallen (Coralla), wegen der Blumengeſtalt der einzelnen Individuen auch Blumenthiere (Anthozoa) genannt, ſchließt ſich in vielfacher Beziehung auf das engſte an die Schwämme an. Insbeſondere iſt die mannichfaltige Art der Verzweigung und Stockbildung in beiden Klaſſen ganz dieſelbe. Einige Spongien ſcheinen ſelbſt noch heutzutage unmittelbar den Uebergang zwiſchen beiden Klaſſen zu vermitteln. Die Gegenſtücke oder Antimeren, d. h. die gleichartigen Hauptabſchnitte des Körpers, welche ſtrahlenförmig vertheilt, um die mittlere Hauptaxe des Körpers herumſtehen, und deren Zahl bei den Schwämmen (wenn ſie hier überhaupt differenzirt ſind) ſchwankend iſt, erſcheinen bei den Korallen in verſchiedener, aber ſehr conſtanter Zahl. Je nach dieſer Zahl unterſcheiden wir unter den Korallen drei verſchiedene Legionen, welche als drei Aeſte einer gemeinſamen Stammform aufzufaſſen ſind. Dieſe drei Legionen, deren Individuen oder Polypen aus je vier, ſechs oder acht Gegenſtücken regelmäßig zuſammengeſetzt erſcheinen, ſind die vierzähligen (Tetracoralla), die ſechszähligen (Hexacoralla) und die achtzähligen Korallen (Octocoralla).

Die zweite Klaſſe der Neſſelthiere bilden die Schirmquallen (Medusae) oder Polypenquallen (Hydromedusae). Während die Korallen meiſtens pflanzenähnliche Stöcke bilden, die auf dem Meeresboden feſtſitzen, ſchwimmen die Schirmquallen meiſtens in

Form gallertiger Glocken frei im Meere umher. Jedoch giebt es auch unter ihnen zahlreiche, namentlich niedere Formen, welche auf dem Meeresboden feſtgewachſen ſind und zierlichen Bäumchen gleichen. Die niederſten und einfachſten Angehörigen dieſer Klaſſe ſind die bekannten Süßwaſſerpolypen (Hydra), welche bald grün, bald orangeroth, braun oder grau gefärbt ſind. Gewöhnlich findet man ſie in unſeren Teichen an der Unterfläche der Waſſerlinſen anſitzen, als länglich-runde ſchleimige Körperchen von einer oder wenigen Linien Länge, die an dem freien Ende einen Mund und rings um dieſen herum einen Kranz von 6—8 Fangarmen tragen. Wir können ſie als die wenig veränderten Nachkommen jener uralten Urpolypen (Archydrae) anſehen, welche während der Primordialzeit der ganzen Klaſſe der Hydromeduſen und vielleicht der ganzen Hauptklaſſe der Neſſelthiere den Urſprung gaben. Direkt oder indirekt können ſich ſolche Hydra-polypen oder Hydroiden aus Weichſchwämmen entwickelt haben. Von der Hydra kaum zu trennen ſind diejenigen feſtſitzenden Hydroid-polypen (Campanularia, Tubularia), welche durch Knospenbildung frei ſchwimmende Meduſen erzeugen, aus deren Eiern wiederum feſtſitzende Polypen entſtehen. Dieſe frei ſchwimmenden Schirmquallen haben meiſtens die Form eines Hutpilzes oder eines Regenſchirms, von deſſen Rand viele zarte und lange Fangfäden herabhängen. Sie gehören zu den ſchönſten und intereſſanteſten Bewohnern des Meeres. Ihre merkwürdige Lebensgeſchichte aber, insbeſondere der verwickelte Generationswechſel der Polypen und Meduſen, gehört zu den ſtärkſten Zeugniſſen für die Wahrheit der Abſtammungslehre. Daſſelbe gilt von der merkwürdigen Arbeitstheilung der Individuen, welche namentlich bei den herrlichen Siphonophoren zu einem erſtaunlich hohen Grade entwickelt iſt [37]).

Aus einem Zweige der Schirmquallen hat ſich wahrſcheinlich die dritte Klaſſe der Neſſelthiere, die eigenthümliche Abtheilung der Kammquallen (Ctenophora) entwickelt. Dieſe Quallen, welche oft auch Rippenquallen oder Gurkenquallen genannt werden, beſitzen einen gurkenförmigen Körper, welcher, gleich dem Körper der meiſten

Schirmquallen, krystallhell und durchsichtig wie geschliffenes Glas ist. Ausgezeichnet sind die Kammquallen oder Rippenquallen durch ihre eigenthümlichen Bewegungsorgane, nämlich acht Reihen von rudernden Wimperblättchen, die wie acht Rippen von einem Ende der Längsaxe (vom Munde) zum entgegengesetzten Ende verlaufen. Von den beiden Hauptabtheilungen derselben haben sich die Engmündigen (Stenostoma) wohl erst später aus den Weitmündigen (Eurystoma) entwickelt. Diese letzteren stammen wahrscheinlich direkt von Schirmquallen ab.

Indem wir nun den Stamm der Pflanzenthiere verlassen, wenden wir uns zu demjenigen Stamme des Thierreichs, welcher in genealogischer Beziehung die meisten Schwierigkeiten darbietet. Das ist das Phylum der Würmer oder Wurmthiere (Vermes oder Helminthes). Wie schon vorher bemerkt, sind diese Schwierigkeiten höchst wahrscheinlich zum größten Theil dadurch bedingt, daß dieser Stamm die gemeinsame Ausgangsgruppe des ganzen Thierreichs ist, und daß er eine Masse von divergenten Aesten enthält, die sich theils zu ganz selbstständigen Würmerklassen entwickelt, theils aber in die ursprünglichen Wurzelformen der übrigen Stämme des Thierreichs umgebildet haben. Jeden der fünf übrigen Stämme konnten wir uns bildlich als einen hochstämmigen Baum vorstellen, dessen Stamm uns in seiner Verzweigung die verschiedenen Klassen, Ordnungen, Familien u. s. w. repräsentirt. Das Phylum der Würmer dagegen können wir nicht in einem solchen Bilde darstellen. Vielmehr würden wir uns dasselbe als einen niedrigen Busch oder Strauch zu denken haben, aus dessen Wurzel eine Masse von selbstständigen Zweigen nach verschiedenen Richtungen hin emporschießen. Wenn man aber annimmt, daß das ganze Thierreich in dem Würmerstamm seine gemeinsame Wurzel hat, so würden die fünf übrigen Phylen als fünf einzelne Bäume zu denken sein, die aus jenem dichten Busche sich erheben. Nur unten an der Wurzel würden diese fünf Stämme noch unter einander und mit den zahlreichen Wurzelschößlingen (den Wurmklassen) in näherem oder entfernterem Zusammenhange stehen.

Die außerordentlichen Schwierigkeiten, welche die Systematik der Würmer schon aus diesem Grunde darbietet, werden nun aber dadurch noch sehr gesteigert, daß wir fast gar keine versteinerten Reste von ihnen besitzen. Die allermeisten Würmer besaßen und besitzen noch heute einen so weichen Leib, daß sie keine Spuren in den neptunischen Erdschichten hinterlassen konnten. Auch die wenigen fossilen Reste von härteren Theilen, die wir von einigen Würmern besitzen, sind meistens so wenig charakteristisch, daß sie wenig mehr als die vormalige Existenz von jetzt ausgestorbenen Würmern anzeigen. Wir sind daher auch hier wieder vorzugsweise auf die Schöpfungsurkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie angewiesen, wenn wir den äußerst schwierigen Versuch unternehmen wollen, in das Dunkel des Würmerstammbaums einige hypothetische Streiflichter fallen zu lassen. Ich will jedoch ausdrücklich hervorheben, daß diese Skizze, wie alle ähnlichen Versuche, nur einen ganz provisorischen Werth besitzt. (Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXVII.)

Die zahlreichen Klassen, welche man im Stamme der Würmer unterscheiden kann, und welche fast jeder Zoologe in anderer Weise nach seinen subjektiven Anschauungen gruppirt, werden vielleicht am besten dadurch übersichtlich, daß man dieselben auf vier verschiedene Hauptklassen vertheilt. Diese wollen wir als Urwürmer, Weichwürmer, Sackwürmer und Gliedwürmer bezeichnen. Die Urwürmer enthalten, falls unsere einstämmige Descendenzhypothese richtig ist, jedenfalls die gemeinsamen Wurzelformen der übrigen Würmer, und wahrscheinlich des ganzen Thierreichs. Die Weichwürmer würden zum größten Theil selbstständige Wurmgruppen umfassen, die sich nicht zu höheren Thierstämmen entwickelt haben. Dagegen würden zu den Sackwürmern die Stammformen der Weichthiere und Wirbelthiere, zu den Gliedwürmern die Stammformen der Sternthiere und Gliedfüßer gehören. Die vier Hauptklassen der Würmer kann man in nachstehende 26 Ordnungen eintheilen (vergl. S. 460).

In der Hauptklasse der Urwürmer (Archelminthes) vereinigen wir diejenigen Thiere, welche jetzt gewöhnlich Infusionsthiere

(Infusoria) im engeren Sinne genannt werden, mit den niedersten Wurzelformen des ganzen Stammes. Diese hypothetischen Wurzelformen würden wir den heutigen Infusorien (Ciliaten und Acineten) unter dem Namen der Urinfusorien oder Urahnthiere (Archezoa) gegenüberstellen können. Als solche Archezoen, die also möglicherweise die ältesten gemeinsamen Ursprungsformen des ganzen Thierreichs sind, wären zu betrachten: 1) die durch Urzeugung entstandenen Moneren, welche in der ältesten laurentischen Zeit den Grund zum Thierreich, und zunächst zum Würmerstamm legten; 2) diejenigen Amöben, d. h. diejenigen ganz einfachen, nackten, beweglichen Urzellen, die sich aus jenen Moneren durch Differenzirung des centralen Kerns und des peripherischen Plasma entwickelten; 3) die einfachsten vielzelligen Würmer, welche dadurch entstanden, daß mehrere von jenen Amöben sich zur Bildung einer Colonie vereinigten (Synamoeben) und nun durch Arbeitstheilung weiter entwickelten. Indem sich diese kleinen vielzelligen Körper mit Flimmerhaaren bedeckten, verwandelten sie sich in Flimmerschwärmer (Planulata). An diese letzteren würden sich die echten Infusorien unmittelbar anschließen. Möglicherweise leben noch heutzutage einige niederste Organismen, welche wahre Archezoen sind, nämlich gewisse Amoeben und die schmarotzenden Gregarinen, vielleicht auch die Magosphären (S. 383). Vorsichtiger ist es aber jedenfalls, diese vorläufig als Protisten anzusehen, da uns ihre Abstammung unbekannt ist.

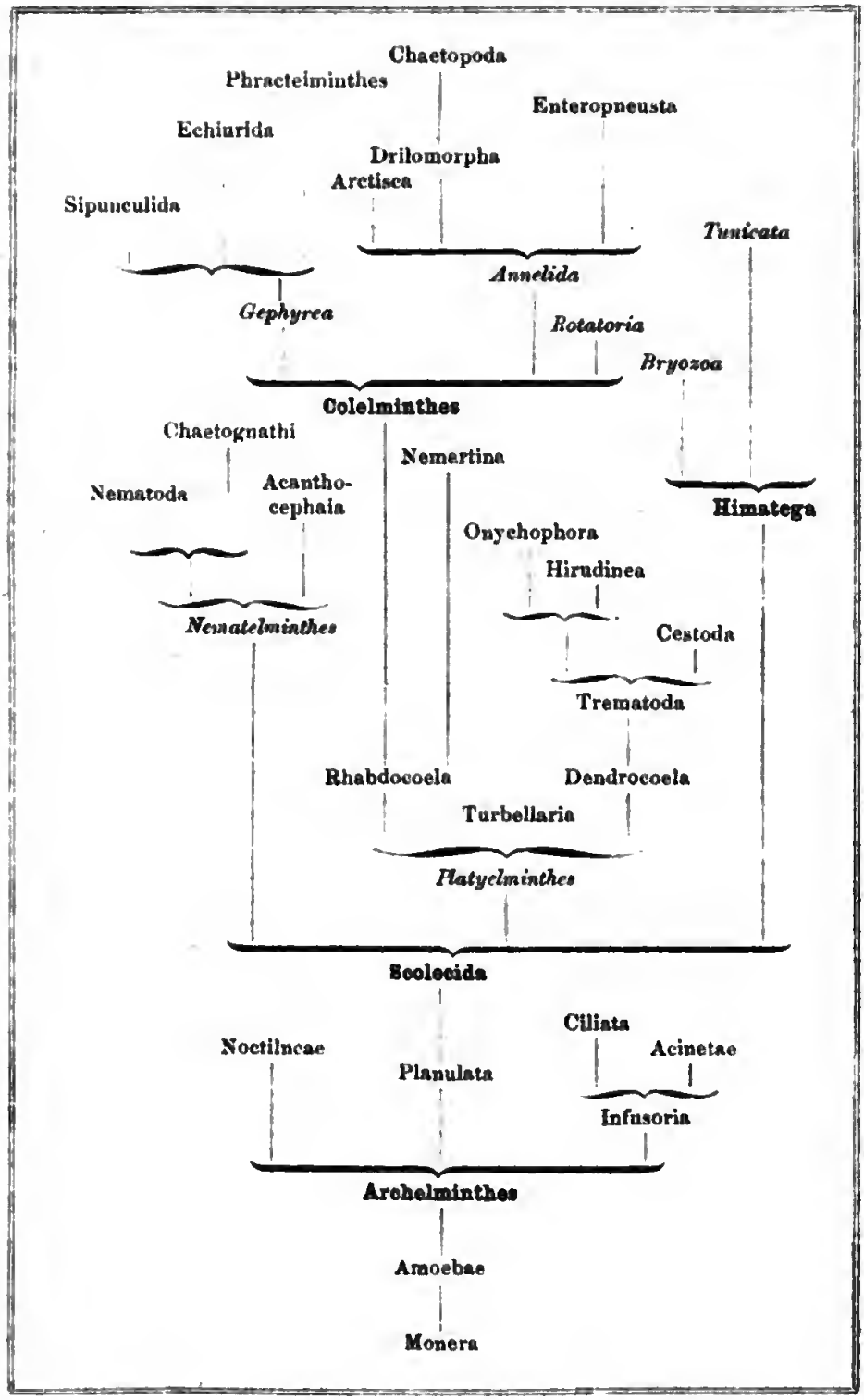
Wie Sie sehen, stimmt die Formenreihe, welche wir für die ältesten Stammformen des Würmerstammes aus der Ontogenie der heutigen Würmer erschließen können, ganz überein mit der entsprechenden Formenreihe, welche wir für die ältesten Vorfahren der Pflanzenthiere annehmen mußten (S. 450). Hieraus können wir aber wiederum auf einen verwandtschaftlichen Zusammenhang der Würmer und Pflanzenthiere (wenn auch nur an der Wurzel beider Stämme) schließen. Insbesondere ist die Wimperlarve (Planula) noch beiden Stämmen gemeinsam. Wenn man den vieldeutigen Ausdruck Urthiere (Protozoa) heute noch anwenden will, so wird er

Syſtematiſche Ueberſicht

der 4 Hauptklaſſen, 8 Klaſſen und 26 Ordnungen des Würmerſtammes.

(Vergl. Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXVII — LXXXV.)

Hauptklaſſen des Würmerſtammes	Klaſſen des Würmerſtammes	Ordnungen des Würmerſtammes	Syſtematiſcher Name der Würmerordnungen
I. Urwürmer Archelminthes	1. Infuſionsthiere *Infusoria*	1. Urinfuſorien	1. Archezoa
		2. Flimmerſchwärmer	2. Planulata
		3. Wimperinfuſorien	3. Ciliata
		4. Sauginfuſorien	4. Acinetae
		5. Meerleuchten	5. Noctilucae
II. Weichwürmer Scolecida	2. Plattwürmer *Platyelminthes*	6. Strudelwürmer	6. Turbellaria
		7. Saugwürmer	7. Trematoda
		8. Bandwürmer	8. Cestoda
		9. Egel	9. Hirudinea
		10. Krallenwürmer	10. Onychophora
		11. Schnurwürmer	11. Nemertina
	3. Rundwürmer *Nematelminthes*	12. Pfeilwürmer	12 Chaetognathi
		13. Fadenwürmer	13. Nematoda
		14. Kratzwürmer	14 Acanthocephala
III. Sackwürmer Himatega	4. Mosthiere *Bryozoa*	15. Mosthiere ohne Kragen	15 Gymnolaema
		16. Mosthiere mit Kragen	16. Phylactolaema
	5. Manteltiere *Tunicata*	17. Seeſcheiden	17. Petrascidiae
		18. Seetonnen	18. Nectascidiae
IV. Gliedwürmer Colelminthes	6. Sternwürmer *Gephyrea*	19. Borſtenloſe Sternwürmer	19. Sipunculida
		20. Borſtentragende Sternwürmer	20. Echiurida
		21. Panzerwürmer	21. Phractelminthes
	7. Ringelwürmer *Annelida*	22. Kahlwürmer	22. Drilomorpha
		23. Balanogloſſen	23. Enteropneusta
		24. Borſtenwürmer	24. Chaetopoda
		25. Bärwürmer	25. Arctisca
	8. Räderwürmer *Rotatoria*	26. Räderthiere	26. Rotifera


Chaetopoda
Phracteiminthes
Enteropneusta
Echiurida
Drilomorpha
Arctisca
Sipunculida
Tunicata
Annelida
Gephyrea
Rotatoria
Bryozoa
Coelelminthes
Chaetognathi
Nemertina
Nematoda
Acantho-
cephala
Himatega
Onychophora
Hirudinea
Nematelminthes
Cestoda
Trematoda
Rhabdocoela
Dendrocoela
Turbellaria
Platyelminthes
Scolecida
Ciliata
Noctilucae
Acinetae
Planulata
Infusoria
Archelminthes
Amoebae
Monera

am beſten für dieſe älteſten gemeinſamen Wurzelformen des Thierreichs gebraucht werden. Von dieſen aus führen uns als zwei divergente Zweige einerſeits die Urſchwämme (Archispongiae) zu den Pflanzenthieren, andrerſeits die Urwürmer (Archelminthes) zu den Würmern hinüber. Als wenig veränderte Nachkommen der letzteren würden vielleicht die heutigen Infuſorien anzuſehen ſein.

Als Infuſionsthiere (Infusoria) im engeren Sinne werden heutzutage gewöhnlich nur die beiden Abtheilungen der Wimperinfuſorien (Ciliata) und der Sauginfuſorien (Acinetae) bezeichnet. Die meiſten hierher gehörigen Thiere ſind ſo klein, daß man ſie mit bloßem Auge nicht ſehen, und erſt mit Hülfe ſtarker Vergrößerungen ihre eigentliche Organiſation erkennen kann. Gleich den meiſten Protiſten erſetzen ſie aber durch Maſſe der Individuen, was ihnen an Körpergröße abgeht, und bevölkern das Meer und die ſüßen Gewäſſer in erſtaunlichen Mengen. Vorzüglich gilt das von den Wimperinfuſorien, welche die Hauptmaſſe der heutigen Infuſionsthiere bilden. Ihren Namen führt dieſe ganze Gruppe von dem charakteriſtiſchen Wimperkleid, welches den ganzen Körper oder einen Theil deſſelben bedeckt, und mittelſt deſſen ſie ſich lebhaft umherbewegen. Die Sauginfuſorien dagegen ſind wimperlos und ſitzen unbeweglich feſt; nur in früheſter Jugend ſchwimmen ſie mittelſt eines vergänglichen Wimperkleides frei umher und ſind dann von den Wimperthieren nicht zu unterſcheiden. Als eine dritte Gruppe ſchließen ſich den echten Infuſorien die Meerleuchten (Noctilucae) an. Dieſe ſonderbaren Weſen, kleine pfirſichförmige Bläschen, kommen in ungeheuren Mengen an der Meeresoberfläche vor und ſind eine der Haupturſachen des Seeleuchtens. Vielleicht ſind ſie aber gar keine echten Thiere, ſondern neutrale Protiſten. Unter den Wimperthieren ſchließen ſich einige Formen unmittelbar an die früheſten Jugendzuſtände der Pflanzenthiere, andere an diejenigen der übrigen Würmer, der Sternthiere und der Weichthiere an. Einige Wimperthiere bilden den Uebergang zu den Strudelwürmern, andere zu den Räderthieren, noch andere zu verſchiedenen anderen Würmergruppen. In allen die-

ſen Verhältniſſen zuſammengenommen finden wir genügenden Grund, die bewimperten Infuſorien (natürlich nicht die jetzt lebenden, ſondern längſt ausgeſtorbene Formen, Planulaten) als diejenigen Urwürmer zu betrachten, aus denen ſich die übrigen Thierſtämme direct oder indirect entwickelt haben.

Zunächſt an die Urwürmer ſchließt ſich von den übrigen Würmern die zweite Hauptklaſſe an, die Weichwürmer (Scolecida). Wir verſtehen darunter die beiden tiefſtehenden Klaſſen der Plattwürmer oder Platyelminthen und der Rundwürmer oder Nematelminthen. Die Klaſſe der Plattwürmer (Platyelminthes) führt ihren Namen von der blattförmigen Körpergeſtalt, die vom Rücken nach der Bauchſeite ſtark zuſammengedrückt iſt. Die wahrſcheinlichen Stammformen der ganzen Klaſſe ſind die Strudelwürmer (Turbellaria), welche ſich ſowohl durch ihr Wimperkleid als durch ihre innere Organiſation unmittelbar an die bewimperten Infuſorien oder Ciliaten anſchließen. Aus den frei im Waſſer lebenden Strudelwürmern ſind durch Anpaſſung an paraſitiſche Lebensweiſe die ſchmarotzenden Saugwürmer (Trematoda) entſtanden, und aus dieſen durch weiter gehenden Paraſitismus die Bandwürmer (Cestoda). Andrerſeits haben ſich vielleicht aus den Saugwürmern die Egel (Hirudinea) entwickelt, zu denen unſer gewöhnlicher Blutegel gehört. Dieſen vielleicht verwandt ſind die Krallenwürmer (Onychophora). Als ein beſonderer Zweig iſt aus den Strudelwürmern die nahverwandte Gruppe der langen Schnurwürmer (Nemertina) hervorgegangen, welche größtentheils im Meere leben und wahrſcheinlich den Stammeltern der Ringelwürmer ſehr nahe ſtehen.

Die Rundwürmer (Nematelminthes), die zweite Klaſſe der Weichwürmer, unterſcheidet ſich von der erſten Klaſſe, den Plattwürmern, durch ihre drehrunde oder cylindriſche, nicht plattgedrückte Körpergeſtalt. Gleich vielen Plattwürmern ſind auch die meiſten Rundwürmer Schmarotzer, welche im Inneren anderer Thiere paraſitiſch leben. Frei im Meere lebend findet ſich die eigenthümliche Gruppe der Pfeilwürmer (Chaetognathi oder Sagittae). Aus Rundwürmern,

welche dieſen wahrſcheinlich ſehr nahe ſtanden, haben ſich durch Anpaſſung an paraſitiſche Lebensweiſe die Fadenwürmer (Nematoda) entwickelt, zu denen unter anderen die gemeinen Spulwürmer, die berühmten Trichinen, Medinawürmer und viele andere Schmarotzer des Menſchen gehören. Noch weiter entartete Paraſiten dieſer Klaſſe ſind die mit einem Hakenrüſſel verſehenen Kratzwürmer (Acanthocephala oder Echinorhynchi). Wahrſcheinlich iſt die gemeinſame Stammform aller dieſer Rundwürmer ein unbekannter Wurm, welcher ſich aus einem Zweige der Urwürmer entwickelt hat.

Eine ganz eigenthümliche und ſehr merkwürdige Aſtgruppe des Würmerſtammes bildet die dritte Hauptklaſſe, die Sackwürmer (Himatega). Wir faſſen unter dieſer Bezeichnung die beiden Klaſſen der Mosthiere oder Bryozoen und der Mantelthiere oder Tunicaten zuſammen. Bisher ſtellte man dieſe beiden Thierklaſſen im zoologiſchen Syſteme gewöhnlich zu dem Stamme der Weichthiere oder Mollusken und ſetzte ſie hier den echten Weichthieren (Muſcheln, Schnecken u. ſ. w.) als Weichthierartige (Molluscoida) gegenüber. Dieſe Auffaſſung läßt ſich nur inſofern noch rechtfertigen, als die Stammformen der echten Weichthiere wahrſcheinlich den Mosthieren nahe ſtanden. Allein andrerſeits erſcheinen die Mantelthiere näher mit den Wirbelthieren verwandt, und aus dieſem Grunde dürfte es wohl das Beſte ſein, beide Klaſſen wieder in die vielgeſtaltige Würmergruppe zurückzuſtellen, und als verbindende Zwiſchenformen zwiſchen den niederen Würmern einerſeits und den Mollusken und Wirbelthieren andrerſeits aufzufaſſen. So wenig es paſſend ſein würde, die Mantelthiere auf Grund ihrer offenbaren Blutsverwandtſchaft mit den Wirbelthieren geradezu im Syſtem zu vereinigen, ſo wenig vortheilhaft iſt es auch für die ſyſtematiſche Auffaſſung, wenn man die Mosthiere mit den echten Weichthieren vereinigt. Wie die beiden Klaſſen der Sackwürmer übrigens eigentlich untereinander und mit den niederen Würmern zuſammenhängen, iſt uns heutzutage noch ſehr unklar, obwohl an ihrer Abſtammung von niederen Würmern nicht zu zweifeln iſt.

Die Klasse der Mosthiere (Bryozoa) enthält sehr kleine, zierliche Würmer, welche in Form moosähnlicher Bäumchen oder Polster auf Steinen und anderen Gegenständen im Meere (selten im süßen Wasser) festsitzen. Früher wurden dieselben gewöhnlich zu den Pflanzenthieren gerechnet, und in der That sind sie manchen von diesen sehr ähnlich. Insbesondere gleichen sie den Hydroidpolypen durch ihre äußere Form, durch einen Fühlerkranz, welcher den Mund umgiebt, und durch die Art und Weise, in welcher zahlreiche Individuen zu baumförmigen und rindenförmigen Colonien vereinigt leben. Allein durch ihre innere Organisation sind die Mosthiere ganz von den Pflanzenthieren verschieden und schließen sich vielmehr einerseits den niederen Würmern, andrerseits den niedersten Weichthieren, den Spiralkiemern oder Spirobranchien an. Namentlich sind die Jugendformen der letzteren den Mosthieren sehr ähnlich, und hierauf vorzüglich, sowie auch auf ihre anatomische Verwandtschaft gründet sich die Vermuthung, daß die Mosthiere nächste Verwandte derjenigen ausgestorbenen Würmer sind, aus denen sich der Stamm der Mollusken, und zwar zunächst die Spiralkiemer, entwickelten. Von den beiden Hauptabtheilungen der Mosthiere stehen die höheren, diejenigen mit einem Kragen (Phylactolaema), den Armkiemern näher, als die niederen Mosthiere, ohne Kragen (Gymnolaema).

In ganz ähnlicher Beziehung, wie die Mosthiere zu den Weichthieren, steht die zweite Klasse der Sackwürmer, die Mantelthiere (Tunicata), zu den Wirbelthieren. Diese höchst merkwürdige Thierklasse lebt im Meere, wo die einen (die Seescheiden oder Petrascidien) auf dem Boden festsitzen, die anderen (die Seetonnen oder Nektascidien) frei umherschwimmen. Bei allen besitzt der ungegliederte Körper die Gestalt eines einfachen tonnenförmigen Sackes, welcher von einem dicken knorpelähnlichen Mantel eng umschlossen ist. Dieser Mantel besteht aus derselben stickstofflosen Kohlenstoffverbindung, welche im Pflanzenreich als „Cellulose" eine so große Rolle spielt und den größten Theil der pflanzlichen Zellmembranen und somit auch des Holzes bildet. Gewöhnlich besitzt der tonnenförmige Körper keinerlei

äußere Anhänge. Niemand würde darin irgend eine Spur von Verwandtschaft mit den hoch differenzirten Wirbelthieren erkennen. Und doch kann diese nicht mehr zweifelhaft sein, seitdem vor drei Jahren die Untersuchungen von Kowalewski plötzlich darüber ein höchst überraschendes und merkwürdiges Licht verbreitet haben. Aus diesen hat sich nämlich ergeben, daß die individuelle Entwickelung der festsitzenden einfachen Seescheiden (Ascidia, Phallusia) in den wichtigsten Beziehungen mit derjenigen des niedersten Wirbelthieres, des Lanzetthieres (Amphioxus lanceolatus) übereinstimmt. Insbesondere besitzen die Jugendzustände der Ascidien die Anlage des Rückenmarks und des darunter gelegenen Rückenstrangs (Chorda dorsalis), d. h. die beiden wichtigsten und am meisten charakteristischen Organe des Wirbelthierkörpers. Unter allen uns bekannten wirbellosen Thieren besitzen demnach die Manteltiere zweifelsohne die nächste Blutsverwandtschaft mit den Wirbelthieren, und sind als nächste Verwandte derjenigen Würmer zu betrachten, aus denen sich dieser letztere Stamm entwickelt hat. (Vergl. Taf. X und XI.)

Die vierte und letzte Hauptklasse des Würmerstammes, die der Gliedwürmer (Colelminthes) zeichnet sich vor den drei übrigen Klassen durch die deutliche Gliederung des Körpers aus, d. h. durch die Zusammensetzung desselben aus mehreren, in der Längsaxe hinter einander gelegenen Abschnitten, den Gliedern, Segmenten oder Folgestücken (Metameren). Wir unterscheiden in dieser Hauptklasse die drei Klassen der Sternwürmer, Räderthiere und Ringelwürmer.

Die Sternwürmer (Gephyrea) sind langgestreckte, drehrunde oder walzenförmige Würmer, bei denen die Körpergliederung, äußerlich wenigstens, erst sehr undeutlich ausgesprochen ist. Sie leben alle auf dem Boden des Meeres, entweder im Sand oder Schlamm vergraben, oder in Löchern, welche sie in die Felsen bohren. An sich sind die Sternwürmer von keinem besonderen Interesse, wohl aber dadurch, daß sie wahrscheinlich die nächsten Verwandten der fossilen Panzerwürmer oder Phraktelminthen sind, d. h. derjenigen gegliederten Würmer, aus denen sich der Stamm der Echinodermen entwickelt hat.

Die Räderthiere oder Räderwürmer (Rotatoria oder Rotifera) gehören zu denjenigen Klaſſen des Thierreichs, deren ſyſtematiſche Stellung den Zoologen von jeher die größten Schwierigkeiten bereitet hat. Meiſt ſind es ganz kleine, nur durch das Mikroſkop erkennbare Thierchen, welche mittelſt eines beſonderen, wimpernden Räderorgans im Waſſer umherſchwimmen; ſelten ſitzen ſie feſtgewachſen auf Waſſerpflanzen und dergleichen auf. Einerſeits ſchließen ſie ſich durch ihre niederſten Formen unmittelbar den Weichwürmern und zwar den Strudelwürmern (in mancher Beziehung auch den Bärwürmern) an. Andrerſeits nähern ſich ihre höchſt entwickelten Formen bereits den Gliedfüßern oder Arthropoden.

Die dritte Klaſſe der Gliedwürmer bildet die umfangreiche Abtheilung der Ringelwürmer (Annelida). Dahin gehören einerſeits die nackten Regenwürmer und ihre Verwandten, welche wir als Kahlwürmer (Drilomorpha) zuſammenfaſſen, andrerſeits die mit Borſten bewaffneten Borſtenwürmer (Chaetopoda): die im Meere frei umherkriechenden Raubwürmer (Vagantia), die in Röhren verſteckten Röhrenwürmer (Tubicolae) und die frei ſchwimmenden Ruderwürmer (Gymnocopa). Eine dritte Ordnung (Enteropneusta) wird durch den ſonderbaren Balanogloſſus gebildet, einen im Meere bei Neapel lebenden Wurm, der durch ſeine Athmungsweiſe an die Tunikaten und Wirbelthiere erinnert. Endlich kann man als eine vierte Ordnung mit den Ringelwürmern auch die Bärwürmer (Arctisca) vereinigen, kleine im Moſe, auf Baumrinden u. ſ. w. ſehr häufige Würmer, welche wegen ihrer acht Beinſtummel gewöhnlich (aber wohl mit Unrecht) zu den Spinnen gerechnet werden. Die meiſten Ringelwürmer erreichen einen höheren Organiſationsgrad als die übrigen Würmer, und entwickeln den eigentlichen Wurmtypus zu ſeiner höchſten Ausbildung. Viele ſchließen ſich bereits unmittelbar an den Stamm der Gliedfüßer oder Arthropoden an. Dieſe letzteren müſſen entweder wirklich von ausgeſtorbenen Ringelwürmern oder doch von nahe verwandten Gliedwürmern abſtammen.

Neunzehnter Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.
II. Weichthiere, Sternthiere, Gliederthiere.

Stamm der Weichthiere oder Mollusken. Vier Klaſſen der Weichthiere: Taſcheln (Spirobranchien). Muſcheln (Lamellibranchien). Schnecken (Cochliden). Kracken (Cephalopoden). Stamm der Sternthiere oder Echinodermen. Abſtammung derſelben von den gegliederten Würmern (Panzerwürmern oder Phraktelminthen). Generationswechſel der Echinodermen. Vier Klaſſen der Sternthiere: Seeſterne (Aſteriden). Seelilien (Krinoiden). Seeigel (Echiniden). Seegurken (Holothurien). Stamm der Gliederthiere oder Arthropoden. Vier Klaſſen der Gliederthiere. Kiemenathmende Gliederthiere oder Cruſtaceen. (Gliederkrebſe. Panzerkrebſe). Luftröhrenathmende Gliederthiere oder Tracheaten. Spinnen (Streckſpinnen, Rundſpinnen). Tauſendfüßer. Inſecten. Kauende und ſaugende Inſecten. Stammbaum und Geſchichte der acht Inſecten-Ordnungen.

Meine Herren! Die großen natürlichen Hauptgruppen des Thierreichs, welche wir als Stämme oder Phylen unterſchieden haben (die „Typen von Bär und Cuvier") ſind nicht alle von gleicher ſyſtematiſcher Bedeutung für unſere Phylogenie oder Stammesgeſchichte. Dieſelben laſſen ſich weder in eine einzige Stufenreihe über einander ordnen, noch als ganz unabhängige Phylen, noch als gleichwerthige Zweige eines einzigen Stammbaums betrachten. Vielmehr ſtellt ſich, wie wir im letzten Vortrage geſehen haben, einerſeits der Stamm der Pflanzenthiere als eine ſehr eigenthümliche Gruppe den anderen

fünf Stämmen gegenüber. Anderſeits aber müſſen wir den vielgeſtaltigen und weitverzweigten Stamm der Würmer als die gemeinſame Wurzelgruppe betrachten, aus welcher (an ganz verſchiedenen Zweigen) die übrigen Stämme, die vier höheren Phylen des Thierreichs hervorgeſproßt ſind (vergl. den Stammbaum S. 449).

Laſſen Sie uns nun einen genealogiſchen Blick auf dieſe vier höheren Thierſtämme werfen und verſuchen, ob wir nicht ſchon jetzt die wichtigſten Grundzüge ihres Stammbaums zu erkennen im Stande ſind. Wenn auch dieſer Verſuch noch ſehr mangelhaft und unvollkommen ausfällt, ſo werden wir damit doch wenigſtens einen erſten Anfang gemacht, und den Weg für ſpätere eingehendere Verſuche geebnet haben.

Welche Reihenfolge wir bei Betrachtung der vier höheren Stämme des Thierreichs einſchlagen, iſt an ſich ganz gleichgültig. Denn unter ſich haben dieſe vier Phylen gar keine näheren verwandſchaftlichen Beziehungen, und haben ſich vielmehr von ganz verſchiedenen Aeſten der Würmergruppe abgezweigt (S. 441). Unzweifelhaft der tiefſtſtehende von dieſen Stämmen, wenigſtens in Bezug auf die morphologiſche Ausbildung, iſt der Stamm der Weichthiere (Mollusca). Nirgends begegnen wir hier der charakteriſtiſchen Gliederung (Artikulation oder Metamerenbildung) des Körpers, welche ſchon die Gliedwürmer auszeichnete, und welche bei den übrigen drei Stämmen, den Sternthieren, Gliedfüßern nnd Wirbelthieren, die weſentlichſte Urſache der höheren Formentwickelung, Differenzirung und Vervollkommnung wird. Vielmehr ſtellt bei allen Weichthieren, bei allen Muſcheln, Schnecken u. ſ. w. der ganze Körper einen einfachen ungegliederten Sack dar, in deſſen Höhle die Eingeweide liegen. Das Nervenſyſtem beſteht aus mehreren einzelnen (gewöhnlich drei), nur locker mit einander verbundenen Knotenpaaren, und nicht aus einem gegliederten Strang, wie bei den Sternthieren, Gliedfüßern und Wirbelthieren. Aus dieſen und vielen anderen anatomiſchen Gründen halte ich den Weichthierſtamm (trotz der höheren phyſiologiſchen Ausbildung

ſeiner vollkommenſten Formen) für den morphologiſch niederſten unter den vier höheren Thierſtämmen.

Wenn wir die Himategen oder Molluscoiden, die bisher gewöhnlich mit dem Weichthierſtamm vereinigt wurden, aus den angeführten Gründen ausſchließen, ſo behalten wir als echte Mollusken folgende vier Klaſſen: die Taſcheln, Muſcheln, Schnecken und Kracken. Die beiden niederen Molluskenklaſſen, Taſcheln und Muſcheln, beſitzen weder Kopf noch Zähne, und man kann ſie daher als Kopfloſe (Acephala) oder Zahnloſe (Anodontoda) in einer Hauptklaſſe vereinigen. Dieſe Hauptklaſſe wird auch häufig als die der Schalthiere (Conchifera) oder Zweiklappigen (Bivalva) bezeichnet, weil alle Mitglieder derſelben eine zweiklappige Kalkſchale beſitzen. Dieſen gegenüber kann man die beiden höheren Weichthierklaſſen, Schnecken und Kracken, als Kopfträger (Cephalophora) oder Zahnträger (Odontophora) in einer zweiten Hauptklaſſe zuſammenfaſſen, weil ſowohl Kopf als Zähne bei ihnen ausgebildet ſind.

Bei der großen Mehrzahl der Weichthiere iſt der weiche ſackförmige Körper von einer Kalkſchale oder einem Kalkgehäuſe geſchützt, welches bei den Kopfloſen (Taſcheln und Muſcheln) aus zwei Klappen, bei den Kopfträgern dagegen (Schnecken und Pulpen) aus einer meiſt gewundenen Röhre (dem ſogenannten „Schneckenhaus") beſteht. Trotzdem dieſe harten Skelete maſſenhaft in allen neptuniſchen Schichten ſich verſteinert finden, ſagen uns dieſelben dennoch nur ſehr wenig über die geſchichtliche Entwickelung des Stammes aus. Denn dieſe fällt größtentheils in die Primordialzeit. Selbſt ſchon in den ſiluriſchen Schichten finden wir alle vier Klaſſen der Weichthiere neben einander verſteinert vor, und dies beweiſt deutlich, in Uebereinſtimmung mit vielen anderen Zeugniſſen, daß der Weichthierſtamm damals ſchon eine mächtige Ausbildung erreicht hatte, als die höheren Stämme, namentlich Gliederthiere und Wirbelthiere, kaum über den Beginn ihrer hiſtoriſchen Entwickelung hinaus waren. In den darauf folgenden Zeitaltern, beſonders zunächſt im primären und weiterhin im ſecundären Zeitraum, dehnten ſich dieſe höheren Stämme

mehr und mehr auf Kosten der Mollusken und Würmer aus, welche ihnen im Kampfe um das Dasein nicht gewachsen waren, und dem entsprechend mehr und mehr abnahmen. Die jetzt noch lebenden Weichthiere und Würmer sind nur als ein verhältnißmäßig schwacher Rest von der mächtigen Fauna zu betrachten, welche in primordialer und primärer Zeit über die anderen Stämme ganz überwiegend herrschte. (Vergl. Taf. V nebst Erklärung im Anhang.)

In keinem Thierstamm zeigt sich deutlicher, als in dem der Mollusken, wie verschieden der Werth ist, welchen die Versteinerungen für die Geologie und für die Phylogenie besitzen. Für die Geologie sind die verschiedenen Arten der versteinerten Weichthierschalen von der größten Bedeutung, weil dieselben als „Leitmuscheln" vortreffliche Dienste zur Charakteristik der verschiedenen Schichtengruppen und ihres relativen Alters leisten. Für die Genealogie der Mollusken dagegen besitzen sie nur sehr geringen Werth, weil sie einerseits Körpertheile von ganz untergeordneter morphologischer Bedeutung sind, und weil andererseits die eigentliche Entwickelung des Stammes in die ältere Primordialzeit fällt, aus welcher uns keine deutlichen Versteinerungen erhalten sind. Wenn wir daher den Stammbaum der Mollusken construiren wollen, so sind wir vorzugsweise auf die Urkunden der Ontogenie und der vergleichenden Anatomie angewiesen, aus denen sich etwa Folgendes ergiebt. (Gen. Morph. II, Taf. VI, S. CII bis CXVI.)

Von den vier uns bekannten Klassen der echten Weichthiere stehen auf der niedersten Stufe die in der Tiefe des Meeres festgewachsenen Taschеln oder Spiralkiemer (Spirobranchia), oft auch unpassend als Armfüßer (Brachiopoda) bezeichnet. Von dieser Klasse leben gegenwärtig nur noch wenige Formen, einige Arten von Lingula, Terebratula und Verwandte; schwache Ueberbleibsel von der mächtigen und formreichen Gruppe, welche die Taschеln in älteren Zeiten der Erdgeschichte darstellten. In der Silurzeit bildeten sie die Hauptmasse des ganzen Weichthierstammes. Aus der Uebereinstimmung, welche in mancher Beziehung ihre Jugendzustände mit denjenigen der Mos-

thiere darbieten, hat man geſchloſſen, daß ſie ſich aus Würmern entwickelt haben, welche dieſer Klaſſe nahe ſtanden. Von den beiden Unterklaſſen der Taſcheln ſind die Angelloſen (Ecardines) als die niedern und unvollkommneren, die Angelſchaligen (Testicardines) als die höheren und weiter entwickelten Taſcheln zu betrachten.

Der anatomiſche Abſtand zwiſchen den Taſcheln und den drei übrigen Weichthier-Klaſſen iſt ſo beträchtlich, daß man die letzteren als Otocardier den erſteren gegenüberſtellen kann. Die Otocardier haben alle ein Herz mit Kammer und Vorkammer, während den Taſcheln die Vorkammer fehlt. Auch iſt das Centralnervenſyſtem nur bei den erſteren, nicht bei den letzteren, in Geſtalt eines vollſtändigen Schlundringes entwickelt. Es laſſen ſich daher die vier **Mollusken-Klaſſen** folgendermaßen gruppiren:

I. Weichthiere ohne Kopf. Acephala.	1. Taſcheln (Spirobranchia)	I. Haplocardia (mit einfachem Herzen)
	2. Muſcheln (Lamellibranchia)	II. Otocardia (mit Kammer und Vorkammer am Herzen)
II. Weichthiere mit Kopf. Cephalophora	3. Schnecken (Cochlides)	
	4. Kraken (Cephalopoda)	

Für die Stammesgeſchichte der Mollusken ergiebt ſich hieraus, was auch die Paläontologie beſtätigt, daß die Taſcheln den uralten Wurzeln des ganzen Molluskenſtammes viel näher ſtehen, als die Otocardier. Aus Mollusken, welche den Taſcheln nahe verwandt waren, haben ſich wahrſcheinlich als zwei divergente Zweige die Muſcheln und Schnecken entwickelt.

Die Muſcheln oder Blattkiemer (Lamellibranchia oder Phyllobranchia) beſitzen eine zweiklappige Schale wie die Taſcheln. Während aber bei den letzteren die eine Schalenklappe den Rücken, die andere den Bauch der Taſchel deckt, ſitzen bei den Muſcheln die beiden Klappen ſymmetriſch auf der rechten und linken Seite des Körpers. Die meiſten Muſchelthiere leben im Meere, nur wenige

im süßen Wasser. Die Klasse zerfällt in zwei Unterklassen, Asiphonien und Siphoniaten, von denen sich die letzteren erst später aus den ersteren entwickelt haben. Zu den Asiphonien gehören die Austern, Perlmuttermuscheln und Teichmuscheln, zu den Siphoniaten, die sich durch eine Athemröhre auszeichnen, die Venusmuscheln, Messermuscheln und Bohrmuscheln.

Aus den kopflosen und zahnlosen Weichthieren können sich erst später die höheren Mollusken entwickelt haben, welche sich durch die deutliche Ausbildung eines Kopfes und namentlich durch ein eigenthümliches Gebiß vor jenen auszeichnen. Die Zunge trägt hier eine besondere Platte, welche mit sehr zahlreichen Zähnen bewaffnet ist. Bei unserer gemeinen Weinbergsschnecke (Helix pomatia) beträgt die Zahl dieser Zähne 21,000 und bei der großen Gartenschnecke (Limax maximus) sogar 26,800.

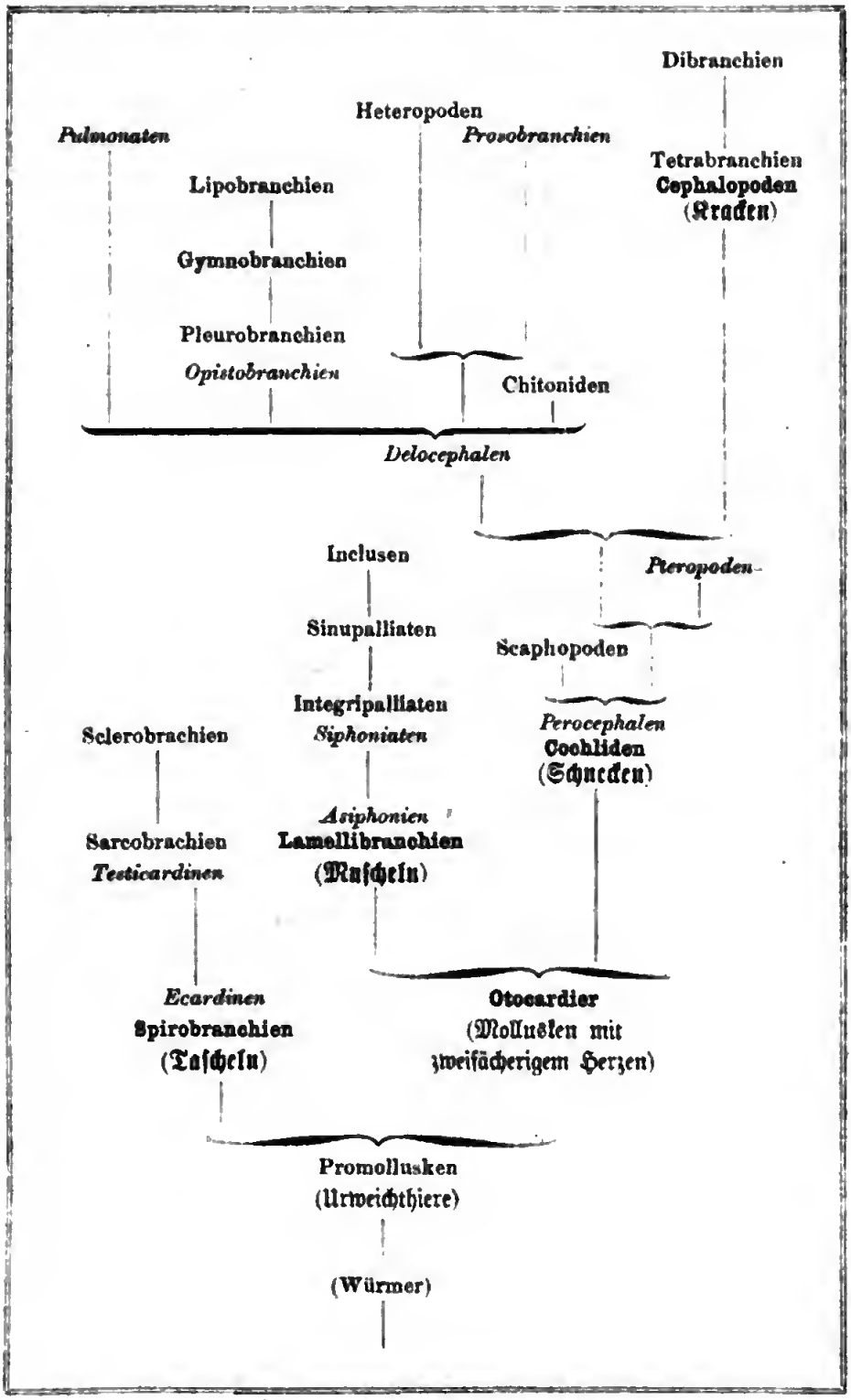
Unter den Schnecken (Cochlides oder Gasteropoda) unterscheiden wir wieder zwei Unterklassen, Stummelköpfe und Kopfschnecken. Die Stummelköpfe (Perocephala) schließen sich einerseits sehr eng an die Muscheln an (durch die Schaufelschnecken), anderseits aber an die Kracken (durch die Flossenschnecken). Die höher entwickelten Kopfschnecken (Delocephala) kann man in Kiemenschnecken (Branchiata) und Lungenschnecken (Polmonata) eintheilen. Zu den letzteren gehören die Landschnecken, die einzigen unter allen Mollusken, welche das Wasser verlassen und sich an das Landleben angepaßt haben. Die große Mehrzahl der Schnecken lebt im Meere, nur wenige im süßen Wasser. Einige Flußschnecken der Tropen (die Ampullarien) leben amphibisch, bald auf dem Lande, bald im Wasser. Im letzteren Falle athmen sie durch Kiemen, im ersteren durch Lungen. Sie vereinigen beiderlei Athmungsorgane, wie die Lurchfische und Kiemenlurche unter den Wirbelthieren.

Die vierte und letzte, und zugleich die höchst entwickelte Klasse der Mollusken bilden die Kracken oder Pulpen, auch Tintenfische oder Kopffüßer genannt (Cephalopoda). Sie leben alle im Meere und zeichnen sich vor den Schnecken durch acht, zehn oder

Syſtematiſche Ueberſicht

der 4 Klaſſen, 8 Unterklaſſen und 21 Ordnungen der Weichthiere.

Klaſſen der Weichthiere	Unterklaſſen der Weichthiere	Ordnungen der Weichthiere	Syſtematiſcher Name der Ordnungen
I. Weichthiere ohne Kopf und ohne Zähne: Acephala oder Anodontoda.			
I. Taſcheln oder Spiralkiemer Spirobranchia oder Brachiopoda	I. *Ecardines* Angelloſe	1. Zungentaſcheln	1. Lingulida
		2. Scheibentaſcheln	2. Craniada
	II. *Testicardines* Angelſchalige	3. Fleiſchармige	3. Sarcobrachia
		4. Kalkarmige	4. Sclerobrachia
II. Muſcheln oder Blattkiemer Lamellibranchia oder Phyllobranchia	III. *Asiphonia* Muſcheln ohne Athemröhre	5. Einmuskler	5. Monomya
		6. Ungleichmuskler	6. Heteromya
		7. Gleichmuskler	7. Isomya
	IV. *Siphoniata* Muſcheln mit Athemröhre	8. Rundmäntel	8. Integripalliata
		9. Buchtmäntel	9. Sinupalliata
		10. Röhrenmuſcheln	10. Inclusa
II. Weichthiere mit Kopf und mit Zähnen: Cephalophora oder Odontophora.			
III. Schnecken Cochlides oder Gasteropoda	V. Stummelköpfe *Perocephala*	11. Schaufelſchnecken	11. Scaphopoda
		12. Floſſenſchnecken	12. Pteropoda
	VI. Kopfſchnecken *Delocephala*	13. Hinterkiemer	13. Opistobranchia
		14. Vorderkiemer	14. Prosobranchia
		15. Kielſchnecken	15. Heteropoda
		16. Käferſchnecken	16. Chitonida
		17. Lungenſchnecken	17. Pulmonata
IV. Kraken oder Pulpen Cephalopoda	VII. Kammerkraken (Vierkiemige) *Tetrabranchia*	18. Perlboote	18. Nautilida
		19. Ammonsboote	19. Ammonitida
	VIII. Tintenkraken (Zweikiemige) *Dibranchia*	20. Zehnarmige	20. Decabrachiones
		21. Achtarmige	21. Octobrachiones


Dibranchien
Heteropoden
Pulmonaten
Prosobranchien
Tetrabranchien
Cephalopoden
(Kracken)
Lipobranchien
Gymnobranchien
Pleurobranchien
Opistobranchien
Chitoniden
Delocephalen
Inclusen
Pteropoden
Sinupalliaten
Scaphopoden
Integripalliaten
Perocephalen
Sclerobrachien
Siphoniaten
Cochliden
(Schnecken)
Asiphonien
Sarcobrachien
Lamellibranchien
(Muscheln)
Testicardinen
Ecardinen
Otocardier
Spirobranchien
(Mollusken mit
(Taschein)
zweifächerigem Herzen)
Promollusken
(Urweichthiere)
(Würmer)

mehr lange Arme aus, welche im Kranze den Mund umgeben. Die Kracken, welche noch jetzt in unseren Meeren leben, die Sepien, Kalmare, Argonautenboote und Perlboote, sind gleich den wenigen Spiralkiemern der Gegenwart nur dürftige Reste von der formenreichen Schaar, welche diese Klasse in den Meeren der primordialen, primären und secundären Zeit bildete. Die zahlreichen versteinerten Ammonshörner (Ammonites), Perlboote (Nautilus) und Donnerkeile (Belemnites) legen noch heutzutage von jenem längst erloschenen Glanze des Stammes Zeugniß ab. Wahrscheinlich haben sich die Pulpen aus einem niederen Zweige der Schneckenklasse, aus den Flossenschnecken (Pteropoden) oder Verwandten derselben entwickelt.

Die verschiedenen Unterklassen und Ordnungen, welche man in den vier Molluskenklassen unterscheidet, und deren systematische Reihenfolge Ihnen die vorstehende Tabelle (S. 474) anführt, liefern in ihrer historischen und ihrer entsprechenden systematischen Entwickelung mannichfache Beweise für die Gültigkeit des Fortschrittsgesetzes. Da jedoch diese untergeordneten Molluskengruppen an sich weiter von keinem besonderen Interesse sind, verweise ich Sie auf die gegenüberstehende Skizze ihres Stammbaums (S. 475) und auf den ausführlichen Stammbaum der Weichthiere, welchen ich in meiner generellen Morphologie gegeben habe, und wende mich sogleich weiter zur Betrachtung des Sternthierstammes.

Die Sternthiere (Echinoderma oder Astroda), zu welchen die vier Klassen der Seesterne, Seelilien, Seeigel und Seegurken gehören, sind eine der interessantesten, und dennoch wenigst bekannten Abtheilungen des Thierreichs. Alle leben im Meere. Jeder von Ihnen, der einmal an der See war, wird wenigstens zwei Formen derselben, die Seesterne und Seeigel, gesehen haben. Wegen ihrer sehr eigenthümlichen Organisation sind die Sternthiere als ein ganz selbstständiger Stamm des Thierreichs zu betrachten, und namentlich gänzlich von den Pflanzenthieren, den Zoophyten oder Cölenteraten zu trennen, mit denen sie noch jetzt oft irrthümlich als Strahlthiere oder Radiaten zusammengefaßt werden (so z. B. von Agassiz, welcher auch diesen

Irrthum Cuvier's neben manchen anderen noch heute vertheidigt). Eher als mit den Pflanzenthieren könnte man die Sternthiere mit den Würmern oder selbst mit den Gliedfüßern vereinigen.

Alle Echinodermen sind ausgezeichnet und zugleich von allen anderen Thieren verschieden durch einen sehr merkwürdigen Bewegungsapparat. Dieser besteht in einem verwickelten System von Canälen oder Röhren, die von außen mit Seewasser gefüllt werden. Das Seewasser wird in dieser Wasserleitung theils durch schlagende Wimperhaare, theils durch Zusammenziehungen der muskulösen Röhrenwände selbst, die Gummischläuchen vergleichbar sind, fortbewegt. Aus den Röhren wird das Wasser in sehr zahlreiche hohle Füßchen hinein gepreßt, welche dadurch prall ausgedehnt und nun zum Gehen und zum Ansaugen benutzt werden. Außerdem sind die Sternthiere auch durch eine eigenthümliche Verkalkung der Haut ausgezeichnet, welche bei den meisten zur Bildung eines festen, geschlossenen, aus vielen Platten zusammengesetzten Panzers führt. Bei fast allen Echinodermen ist der Körper aus fünf Strahltheilen (Gegenstücken oder Antimeren) zusammengesetzt, welche rings um die Hauptaxe des Körpers sternförmig herum stehen und sich in dieser Axe berühren. Nur bei einigen Seesternarten steigt die Zahl dieser Strahltheile über fünf hinaus, auf 6—9, 10—12, oder selbst 20—40; und in diesem Falle ist die Zahl der Strahltheile bei den verschiedenen Individuen der Species meist nicht beständig, sondern wechselnd.

Die geschichtliche Entwickelung und der Stammbaum der Echinodermen werden uns durch ihre zahlreichen und meist vortrefflich erhaltenen Versteinerungen, durch ihre sehr merkwürdige individuelle Entwickelungsgeschichte und durch ihre interessante vergleichende Anatomie so vollständig enthüllt, wie es außerdem bei keinem anderen Thierstamme, selbst die Wirbelthiere vielleicht nicht ausgenommen, der Fall ist. Durch eine kritische Benutzung jener drei Archive und eine denkende Vergleichung ihrer Resultate gelangen wir zu folgender Genealogie der Sternthiere, die ich in meiner generellen Morphologie begründet habe (Gen. Morph. II, Taf. IV, S. LXII—LXXVII).

Die älteſte und urſprüngliche Gruppe der Sternthiere, die Stammform des ganzen Phylum, iſt die Klaſſe der Seeſterne (Asterida). Dafür ſpricht außer zahlreichen und wichtigen Beweisgründen der Anatomie und Entwickelungsgeſchichte vor allen die hier noch unbeſtändige und wechſelnde Zahl der Strahltheile oder Antimeren, welche bei allen übrigen Echinodermen ausnahmslos auf fünf fixirt iſt. Jeder Seeſtern beſteht aus einer mittleren kleinen Körperſcheibe, an deren Umkreis in einer Ebene fünf oder mehr lange gegliederte Arme befeſtigt ſind. Jeder Arm des Seeſterns entſpricht in ſeiner ganzen Organiſation weſentlich einem gegliederten Wurme aus der Hauptklaſſe der Gliedwürmer oder Coelminthen. Ich betrachte daher den Seeſtern als einen echten Stock oder Cormus von fünf oder mehr gegliederten Würmern, welche mit dem einen Ende ihres Körpers verwachſen ſind. Hier haben ſie ſich eine gemeinſchaftliche Mundöffnung und eine gemeinſame Verdauungshöhle (Magen) gebildet, die in der mittleren Körperſcheibe liegen. Das verwachſene Ende, welches in die gemeinſame Mittelſcheibe mündet, iſt wahrſcheinlich das Hinterende der urſprünglichen ſelbſtſtändigen Würmer, denn das entgegengeſetzte freie Ende trägt zuſammengeſetzte Augen, wie ſie außerdem nur noch an dem Kopfe der Gliedfüßer (Arthropoden) vorkommen.

In ganz ähnlicher Weiſe ſind auch bei den ungegliederten Würmern bisweilen mehrere Individuen zur Bildung eines ſternförmigen Stockes vereinigt. Das iſt namentlich bei den Botryllíden der Fall, zuſammengeſetzten Seeſcheiden oder Aſcidien, welche zur Klaſſe der Manteltiere (Tunicaten) gehören. Auch hier ſind die einzelnen Würmer mit ihrem hinteren Ende, wie ein Rattenkönig, verwachſen, und haben ſich hier eine gemeinſame Auswurfsöffnung, eine Centralkloake gebildet, während am vorderen Ende noch jeder Wurm ſeine eigene Mundöffnung beſitzt. Bei den Seeſternen würde die letztere im Laufe der hiſtoriſchen Stockentwickelung zugewachſen ſein, während ſich die Centralkloake zu einem gemeinſamen Mund für den ganzen Stock ausbildete.

Die Seesterne würden demnach Würmerstöcke sein, welche sich entweder durch sternförmige Knospenbildung oder durch sternförmige Verwachsung aus echten gegliederten Würmern oder Colelminthen entwickelt haben. Diese Hypothese wird auf das Stärkste durch die vergleichende Anatomie und Ontogenie der gegliederten Seesterne (Colastra) und der gegliederten Würmer (Colelminthes) gestützt. Unter den letzteren stehen in Bezug auf den inneren Bau einerseits die Sternwürmer (Gephyrea), andrerseits die Ringelwürmer (Annelida) den einzelnen Armen oder Strahltheilen der Seesterne, d. h. den ursprünglichen Einzelwürmern, ganz nahe. Jeder der fünf Arme des Seesterns ist aus einer großen Anzahl hinter einander liegender gleichartiger Glieder oder Metameren kettenartig zusammengesetzt, ebenso wie jeder gegliederte Wurm und jedes Arthropod. Wie bei diesen letzteren, so verläuft auch bei den ersteren in der Mittellinie der Bauchtheile ein centraler Nervenstrang, das Bauchmark. An jedem Metamere sind ein paar ungegliederte Füße und außerdem meistens ein oder mehrere starre Stacheln angebracht, ebenso wie bei den Ringelwürmern. Auch vermag der abgetrennte Seestern-Arm ein selbstständiges Leben zu führen und kann sich dann durch sternförmige Knospenbildung an einem Ende wieder zu einem fünfstrahligen Seesterne ergänzen.

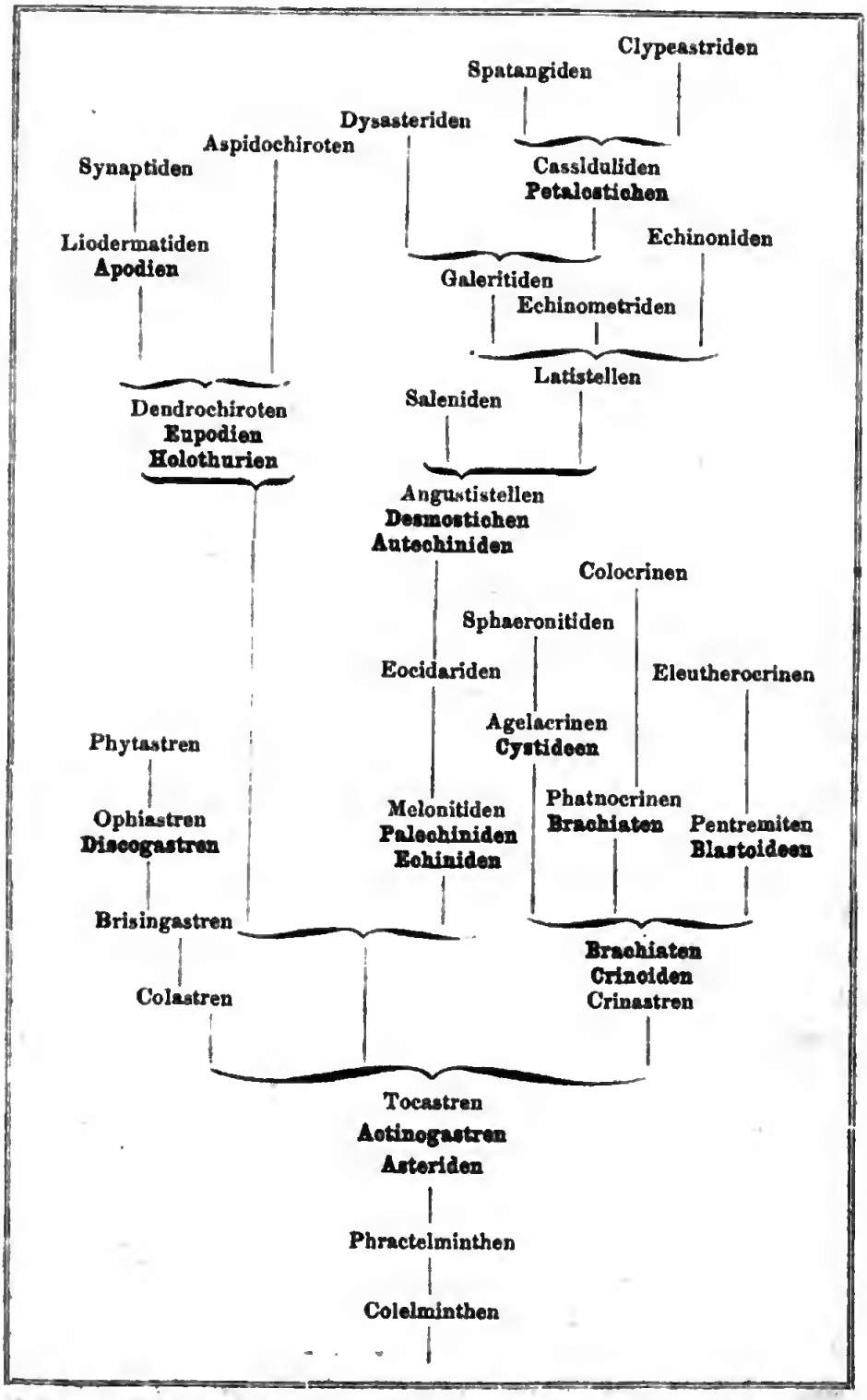
Die wichtigsten Beweise aber für die Wahrheit meiner Hypothese liefert die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeschichte der Echinodermen. Die höchst merkwürdigen Thatsachen dieser Ontogenie sind erst vor zwanzig Jahren durch den großen Berliner Zoologen Johannes Müller entdeckt worden. Einige ihrer wichtigsten Verhältnisse sind auf Taf. VI und VII vergleichend dargestellt. Fig. A auf Taf. VII zeigt Ihnen einen gewöhnlichen Seestern (Uraster), Fig. B eine Seelilie (Comatula), Fig. C einen Seeigel (Echinus) und Fig. D eine Seegurke (Synapta). Trotz der außerordentlichen Formverschiedenheit, welche diese vier Vertreter der verschiedenen Sternthier-Classen zeigen, ist dennoch der Anfang der Entwickelung bei allen ganz gleich. Aus dem Ei entwickelt sich eine Thierform

Syſtematiſche Ueberſicht

der 4 Klaſſen, 9 Unterklaſſen und 20 Ordnungen der Sternthiere.

(Vergl. Gen. Morph. II, Taf. IV, S. LXII — LXXVII.)

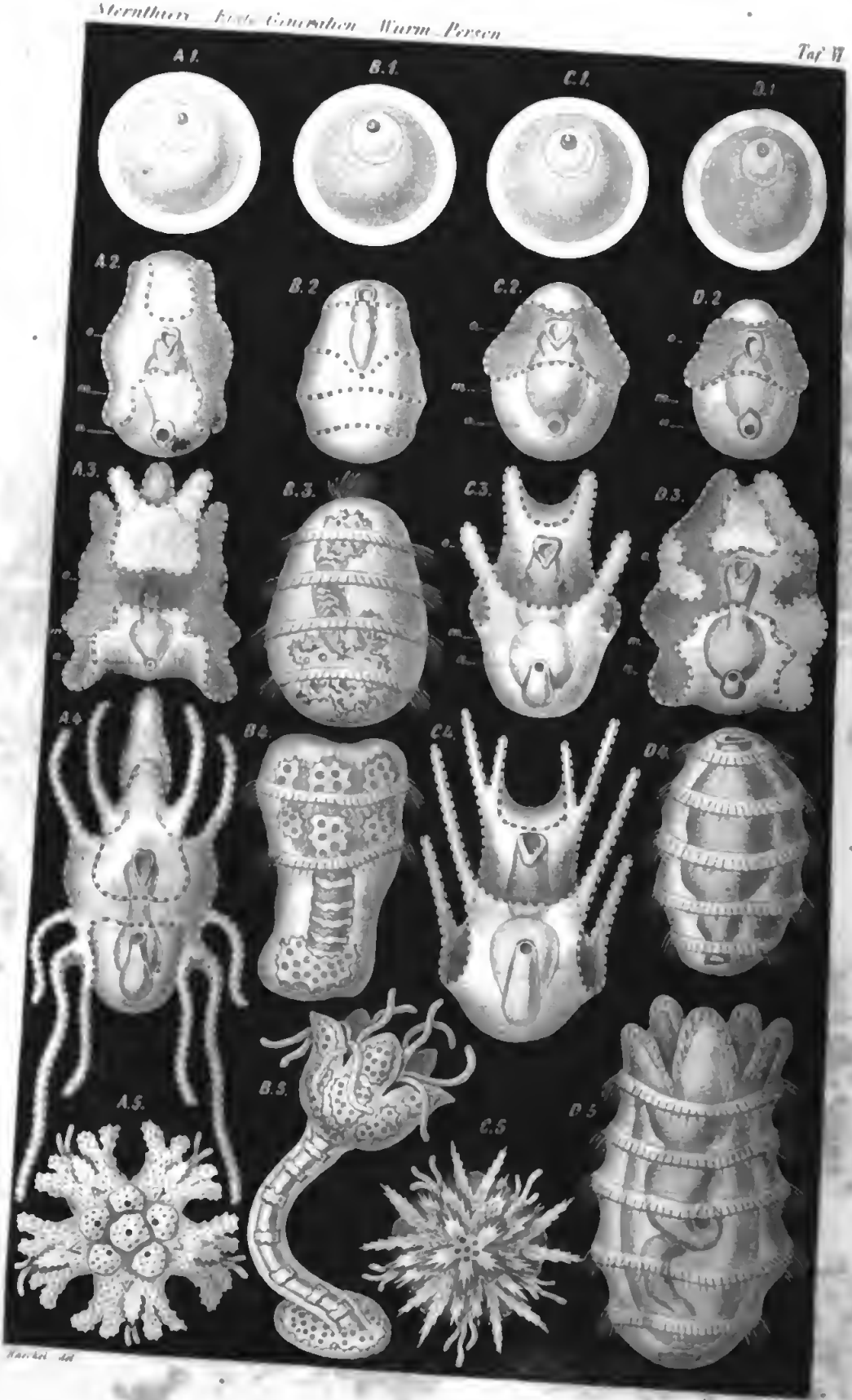
Klaſſen der Sternthiere	Unterklaſſen der Sternthiere	Ordnungen der Sternthiere	Syſtematiſcher Name der Ordnungen
I. Seeſterne *Asterida*	I. Seeſterne mit Strahlenmagen *Actinogastra*	1. Stammſterne	1. Tocastra
		2. Gliederſterne	2. Colastra
		3. Briſingaſterne	3. Brisingastra
	II. Seeſterne mit Scheibenmagen *Discogastra*	4. Schlangenſterne	4. Ophiastra
		5. Baumſterne	5. Phytastra
		6. Lilienſterne	6. Crinastra
II. Seelilien *Crinoida*	III. Armlilien *Brachiata*	7. Getäfelte Armlilien	7. Phatnocrinida
		8. Gegliederte Armlilien	8. Colocrinida
	IV. Knospenlilien *Blastoidea*	9. Regelmäßige Knospenlilien	9. Pentremitida
		10. Zweiſeitige Knospenlilien	10. Eleutherocrina
	V Blaſenlilien *Cystidea*	11. Stielloſe Blaſenlilien	11. Agelacrinida
		12. Geſtielte Blaſenlilien	12. Sphaeronitida
III. Seeigel *Echinida*	VI. Aeltere Seeigel (mit mehr als 20 Plattenreihen) *Palechinida*	13. Palechiniden mit mehr als 10 ambulakralen Plattenreihen	13. Melonitida
		14. Palechiniden mit 10 ambulakralen Plattenreihen	14. Eocidarida
	VII. Jüngere Seeigel (mit 20 Plattenreihen) *Autechinida*	15. Autechiniden mit Bandambulakren	15. Desmosticha
		16. Autechiniden mit Blattambulakren	16. Petalosticha
IV. Seegurken *Holothuriae*	VIII. Seegurken mit Waſſerfüßchen *Eupodia*	17. Eupodien mit ſchildförmigen Fühlern	17. Aspidochirota
		18. Eupodien mit baumförmigen Fühlern	18. Dendrochirota
	IX. Seegurken ohne Waſſerfüßchen *Apodia*	19. Apodien mit Kiemen	19. Llodermatida
		20. Apodien ohne Kiemen	20. Synaptida

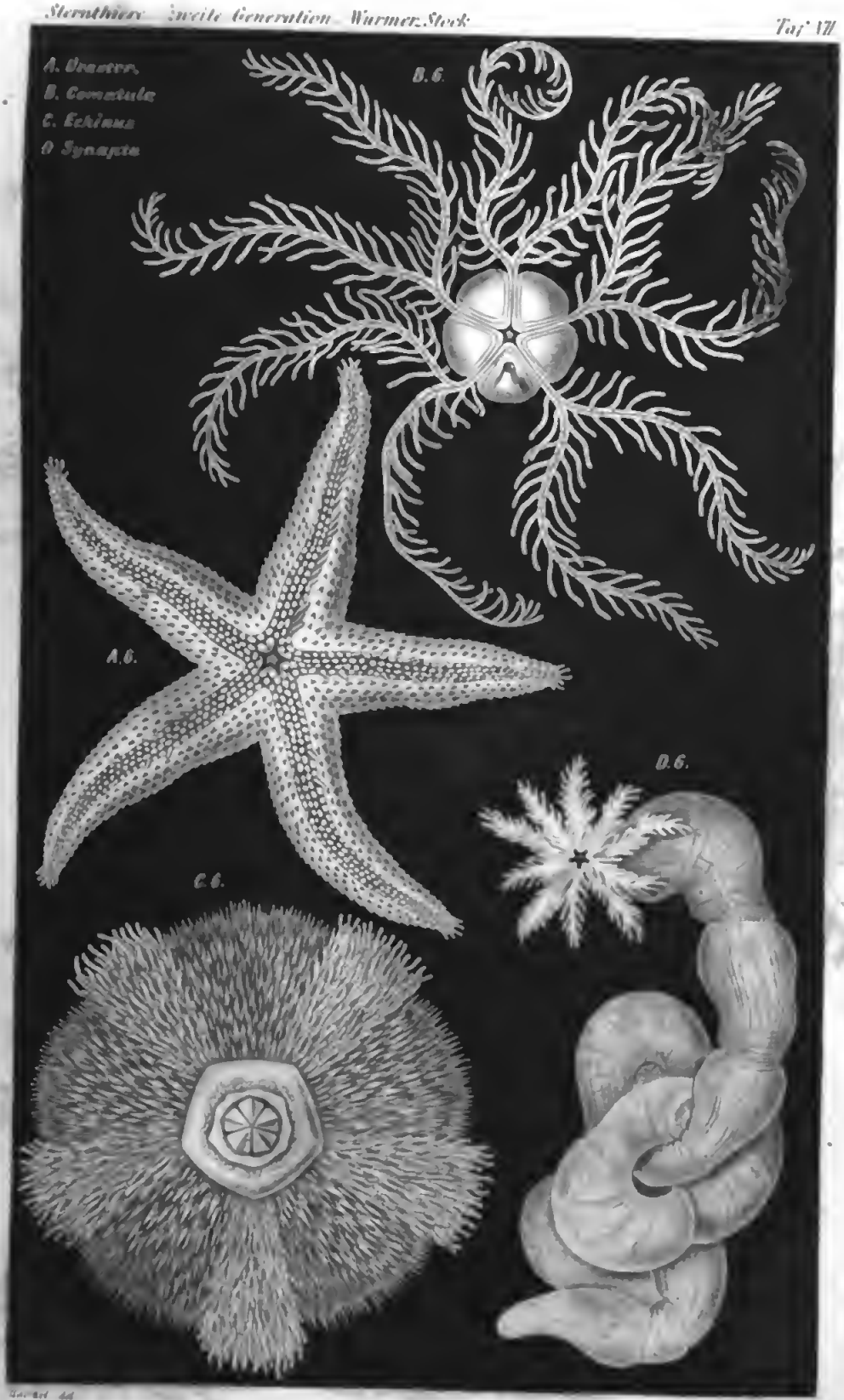

Clypeastriden
Spatangiden
Dysasteriden
Aspidochiroten
Synaptiden
Cassiduliden
Petalostichen
Liodermatiden
Apodien
Echinoniden
Galeritiden
Echinometriden
Latistellen
Dendrochiroten
Eupodien
Holothurien
Saleniden
Angustistellen
Desmostichen
Autechiniden
Colocrinen
Sphaeronitiden
Eocidariden
Eleutherocrinen
Agelacrinen
Cystideen
Phytastren
Phatnocrinen
Brachiaten
Ophiastren
Discogastren
Melonitiden
Palechiniden
Echiniden
Pentremiten
Blastoideen
Brisingastren
Brachiaten
Crinoiden
Colastren
Crinastren
Tocastren
Actinogastren
Asteriden
Phractelminthen
Colelminthen

welche gänzlich von dem ausgebildeten Sternthiere verschieden, dagegen den bewimperten Larven gewisser Coelominthen (Sternwürmer und Ringelwürmer) höchst ähnlich ist. Diese sonderbare Thierform wird gewöhnlich als „Larve", richtiger aber als „Amme" der Sternthiere bezeichnet. Sie ist sehr klein, durchsichtig, schwimmt mittelst einer Wimperschnur im Meere umher, und ist stets aus zwei symmetrisch gleichen Körperhälften zusammengesetzt. Das erwachsene Sternthier dagegen, welches vielmals (oft mehr als hundertmal) größer und ganz undurchsichtig ist, kriecht auf dem Grunde des Meeres und ist stets aus mindestens fünf gleichen Stücken (Gegenstücken oder Antimeren) strahlig zusammengesetzt. Taf. VI zeigt die Entwickelung der Ammen von den auf Taf. VII abgebildeten vier Sternthieren.

Das ausgebildete Sternthier entsteht nun durch einen sehr merkwürdigen Knospungs-Proceß im Innern der Amme, von welcher dasselbe wenig mehr als den Magen beibehält. Die Amme oder die fälschlich sogenannte „Larve" der Echinodermen ist demnach als ein solitärer Wurm aufzufassen, welcher durch innere Knospenbildung eine zweite Generation in Form eines Stockes von sternförmig verbundenen Würmern erzeugt. Dieser ganze Prozeß ist echter Generationswechsel oder Metagenesis, keine „Metamorphose", wie gewöhnlich unrichtig gesagt wird. Ein ähnlicher Generationswechsel findet sich auch noch bei anderen Würmern, nämlich bei einigen Sternwürmern (Sipunculiden) und Schnurwürmern (Nemertinen). Erinnern wir uns nun des biogenetischen Grundgesetzes (S. 361) und beziehen wir die Ontogenie der Echinodermen auf ihre Phylogenie, so wird uns auf einmal die ganze historische Entwickelung der Sternthiere klar und verständlich, während sie ohne jene Hypothese ein unlösbares Räthsel bleibt (vergl. Gen. Morph. II, S. 95—99).

Außer den angeführten Gründen legen auch noch viele andere Thatsachen (besonders aus der vergleichenden Anatomie der Echinodermen) das deutlichste Zeugniß für die Richtigkeit meiner Hypothese ab. Ich habe diese Stammhypothese 1866 aufgestellt, ohne eine Ahnung davon zu haben, daß auch noch versteinerte Glied-


Sternthiere. Erste Generation. Wurm-Form
A.1.
B.1.
C.1.
D.1
A.2.
B.2
C.2.
D.2
A.3.
B.3.
C.3.
D.3.
A.4
B.4.
C.4.
D.4.
A.5.
B.5.
C.5
D.5


A. Uraster.
B. Comatula
C. Echinus
D Synapta
B.6.
A.6.
D.6.
C.6.

würmer existiren, welche vollkommen jenen hypothetisch vorausgesetzten Stammformen entsprechen. Solche sind aber inzwischen wirklich bekannt geworden. In einer Abhandlung „über ein Aequivalent der takonischen Schiefer Nordamerikas in Deutschland" beschrieben 1867 Geinitz und Liebe eine Anzahl von gegliederten silurischen Würmern, welche vollkommen den von mir gemachten Voraussetzungen entsprechen. Diese höchst merkwürdigen Würmer kommen in den Dachschiefern von Wurzbach im reußischen Oberlande zahlreich in vortrefflich erhaltenem Zustande vor. Sie haben ganz den Bau eines gegliederten Seesternarms, und müssen offenbar einen festen Hautpanzer, ein viel härteres und festeres Hautskelet besessen haben, als es sonst bei den Würmern vorkommt. Die Zahl der Körperglieder oder Metameren ist sehr beträchtlich, so daß die Würmer bei einer Breite von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Zoll eine Länge von 2—3 Fuß und mehr erreichten. Die vortrefflich erhaltenen Abdrücke, namentlich von Phyllodocites thuringiacus und Crossopodia Henrici, gleichen so sehr den skeletirten Armen mancher gegliederten Seesterne (Colastra), daß ich an ihrer wirklichen Blutsverwandtschaft kaum mehr zweifle. Ich bezeichne diese uralte Würmergruppe, zu welcher höchstwahrscheinlich die Stammväter der Seesterne gehört haben, als Panzerwürmer (Phractelminthes). Vermuthlich standen sie in ihrer Organisation den Ringelwürmern (Anneliden) sehr nahe.

Aus der Klasse der Seesterne, welche die ursprüngliche Form des sternförmigen Wurmstockes am getreuesten erhalten hat, haben sich die drei anderen Klassen der Echinodermen offenbar erst später entwickelt. Am wenigsten von ihnen entfernt haben sich die Seelilien (Crinoida), welche aber die freie Ortsbewegung der übrigen Sternthiere aufgegeben, sich festgesetzt, und dann einen mehr oder minder langen Stiel entwickelt haben. Einige Seelilien (z. B. die Comateln, Fig. B auf Taf. VI und VII) lösen sich jedoch späterhin von ihrem Stiele wieder ab. Die ursprünglichen Wurmindividuen sind zwar bei den Crinoiden nicht mehr so selbstständig und ausgebildet erhalten, wie bei den Seesternen; aber dennoch bilden sie stets

mehr oder minder gegliederte, von der gemeinsamen Mittelscheibe abgesetzte Arme. Wir können daher die Seelilien mit den Seesternen zusammen in der Hauptklasse der Gliederarmigen (Colobrachia) vereinigen.

In den beiden anderen Echinodermenklassen, bei den Seeigeln und Seegurken, sind die gegliederten Arme nicht mehr als selbstständige Körpertheile erkennbar, vielmehr durch weitgehende Centralisation des Stockes vollkommen in der Bildung der gemeinsamen, aufgeblasenen Mittelscheibe aufgegangen, so daß diese jetzt als eine einfache armlose Büchse oder Kapsel erscheint. Der ursprüngliche Individuenstock ist scheinbar dadurch wieder zum Formwerth eines einfachen Individuums, einer einzelnen Person, herabgesunken. Wir können daher diese beiden Klassen als Armlose (Lipobrachia) den Gliederarmigen gegenübersetzen. Die erste Klasse derselben, die Seeigel (Echinida) führen ihren Namen von den zahlreichen, oft sehr großen Stacheln, welche die feste, aus Kalkplatten sehr künstlich zusammengesetzte Schale bedecken (Fig. C, Taf. VI und VII). Die Schale selbst hat die Grundform einer fünfseitigen Pyramide. Wahrscheinlich haben sich die Seeigel unmittelbar aus einem Zweige der Seesterne entwickelt. Die einzelnen Abtheilungen der Seeigel bestätigen in ihrer historischen Aufeinanderfolge ebenso wie die Ordnungen der Seelilien und Seesterne, welche Ihnen die nebenstehende Tabelle aufführt, in ausgezeichneter Weise die Gesetze des Fortschritts und der Differenzirung. In jeder jüngeren Periode der Erdgeschichte sehen wir die einzelnen Klassen an Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit zunehmen (Gen. Morph. II, Taf. IV).

Während uns die Geschichte dieser drei Sternthierklassen durch die zahlreichen und vortrefflich erhaltenen Versteinerungen sehr genau erzählt wird, wissen wir dagegen von der geschichtlichen Entwickelung der vierten Klasse, der Seegurken (Holothuriae), fast Nichts. Aeußerlich zeigen diese sonderbaren gurkenförmigen Sternthiere eine trügerische Aehnlichkeit mit Würmern (Fig. D, Taf. VI und VII). Die Skeletbildung der Haut ist hier sehr unvollkommen und daher

konnten keine deutlichen Reste von ihrem langgestreckten walzenförmigen wurmähnlichen Körper in fossilem Zustande erhalten bleiben. Dagegen läßt sich aus der vergleichenden Anatomie der Holothurien erschließen, daß dieselben wahrscheinlich aus einer Abtheilung der Seeigel durch Erweichung des Hautskelets entstanden sind.

Von den Sternthieren wenden wir uns zu dem fünften und höchst entwickelten Stamm unter den wirbellosen Thieren, zu dem Phylum der Gliederthiere oder Gliedfüßer (Arthropoda). Wie schon vorher bemerkt wurde, entspricht dieser Stamm der Klasse der Kerfe oder Insecten im ursprünglichen Sinne Linné's. Er enthält wiederum vier Klassen, nämlich 1. die echten sechsbeinigen Insecten; 2. die achtbeinigen Spinnen; 3. die mit zahlreichen Beinpaaren versehenen Tausendfüße und 4. die mit einer wechselnden Beinzahl versehenen Krebse oder Krustenthiere. Die letzte Klasse athmet Wasser durch Kiemen und kann daher als Hauptklasse der kiemenathmenden Arthropoden oder Kiemenkerfe (Carides) den drei ersten Klassen entgegengesetzt werden. Diese athmen Luft durch eigenthümliche Luftröhren oder Tracheen, und können daher passend in der Hauptklasse der tracheenathmenden Arthropoden oder Tracheenkerfe (Tracheata) vereinigt werden.

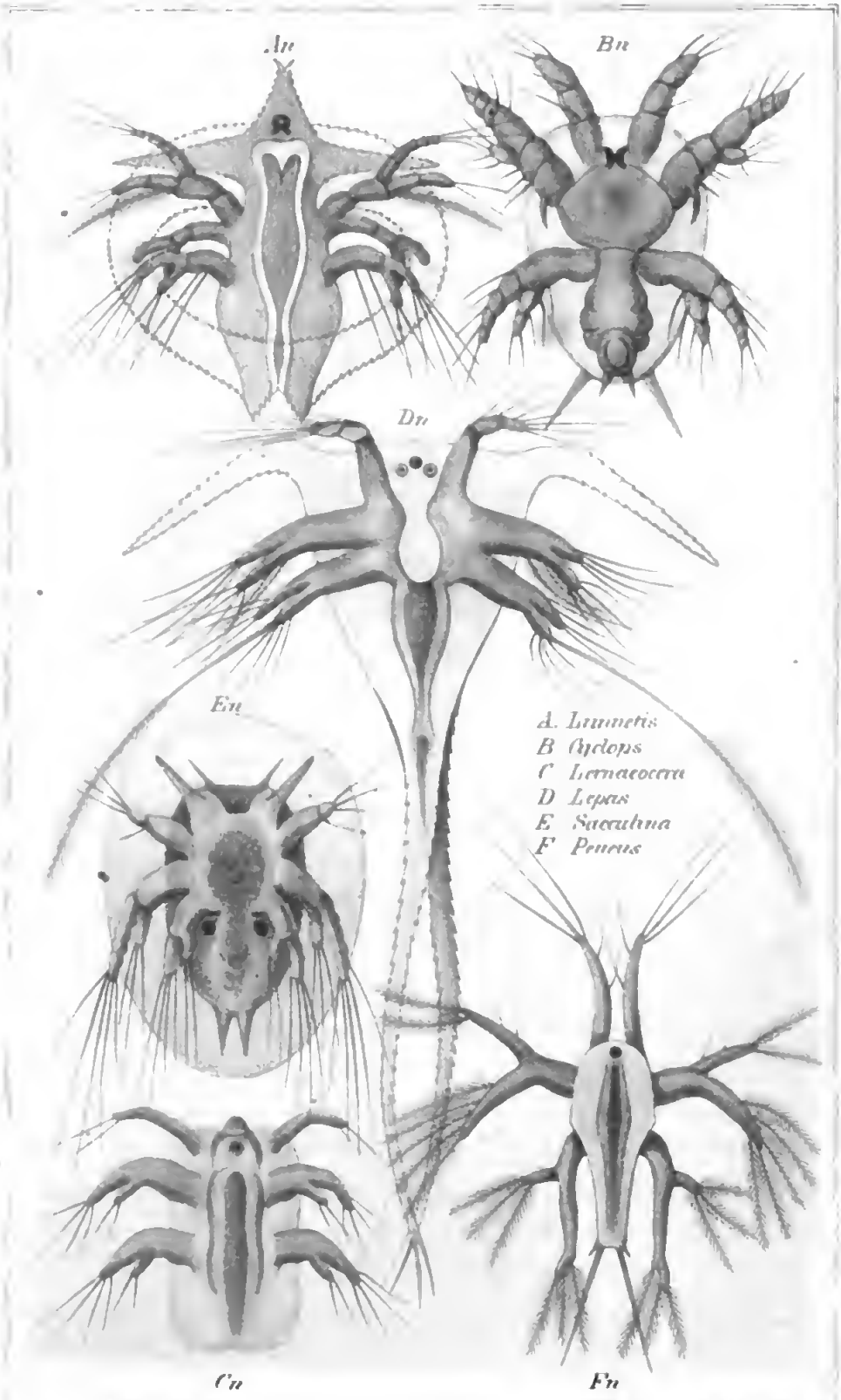
Bei allen Gliedfüßern sind, wie der Name sagt, die Beine deutlich gegliedert, und dadurch, sowie durch die stärkere Differenzirung der getrennten Körperabschnitte oder Metameren unterscheiden sie sich wesentlich von den geringelten Würmern, mit denen sie Bär und Cuvier in ihrem Typus der Articulaten vereinigten. Uebrigens stehen sie den Gliedwürmern (Colelminthes) in jeder Beziehung so nahe, daß sie kaum scharf von ihnen zu trennen sind. Insbesondere theilen sie mit den Ringelwürmern die sehr charakteristische Form des centralen Nervensystems, das sogenannte Bauchmark, welches vorn mit einem den Mund umgebenden Schlundring beginnt. Auch aus anderen Thatsachen geht hervor, daß die Arthropoden sich jedenfalls aus Gliedwürmern erst später entwickelt haben. Wahrscheinlich sind entweder die Räderthiere oder die Ringelwürmer ihre

nächſten Blutsverwandten im Würmerſtamme (Gen. Morph. II, Taf. V, S. LXXXV—CII).

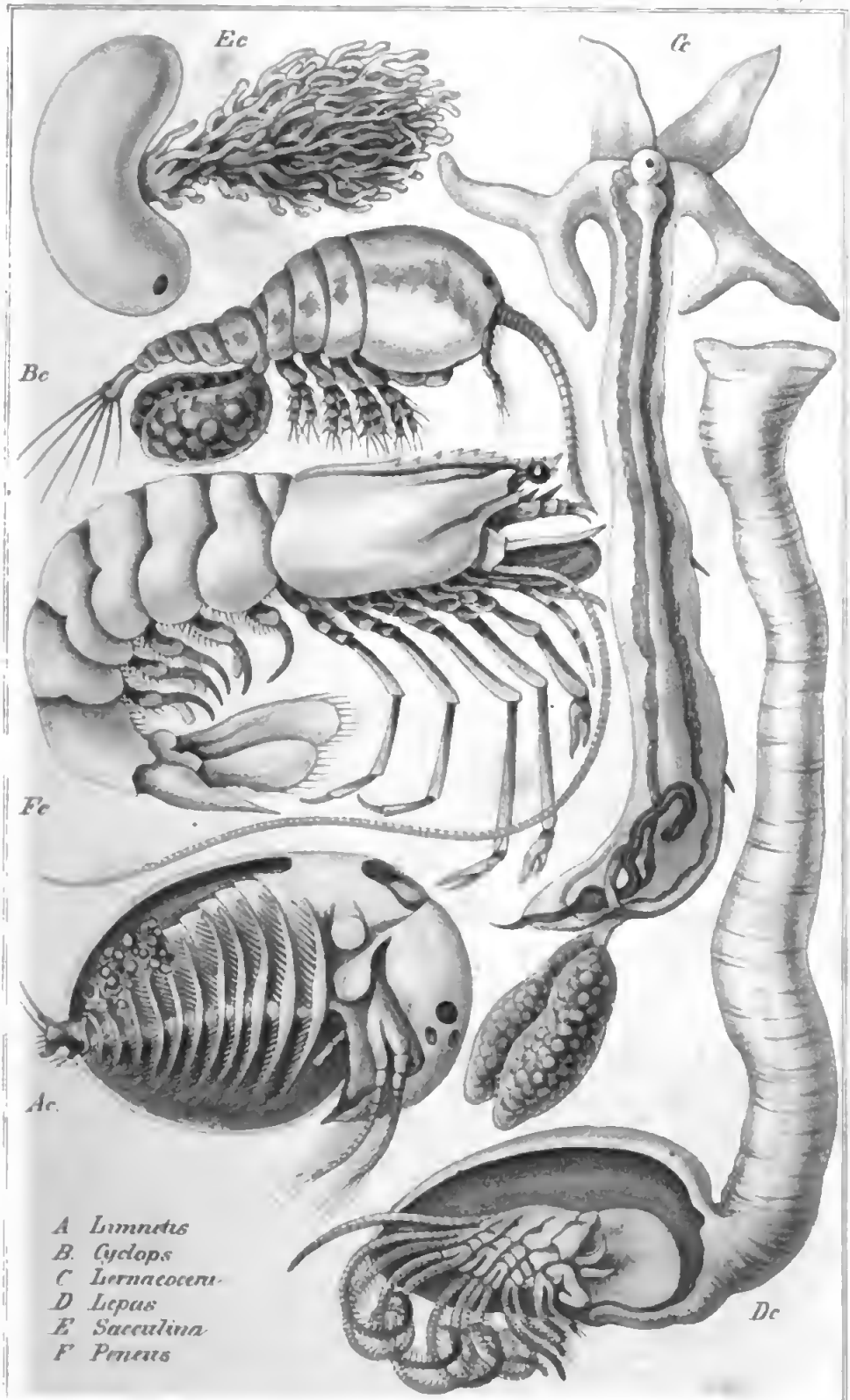
Wenn nun auch die Abſtammung der Arthropoden von Colelminthen als ſicher gelten darf, ſo kann man doch nicht mit gleicher Sicherheit behaupten, daß der ganze Stamm der erſteren nur aus einem Zweige der letzteren entſtanden ſei. Es ſcheinen nämlich manche Gründe dafür zu ſprechen, daß die Kiemenkerfe ſich aus einem anderen Zweige der gegliederten Würmer entwickelt haben, als die Tracheenkerfe. Wahrſcheinlicher aber bleibt es vorläufig noch, daß beide Hauptklaſſen aus einer und derſelben Colelminthengruppe entſtanden ſind. In dieſem Falle können ſich die tracheenathmenden Inſecten, Spinnen und Tauſendfüßer erſt ſpäter von den kiemenathmenden Kruſtenthieren abgezweigt haben.

Der Stammbaum der Arthropoden läßt ſich im Ganzen aus der Paläontologie, vergleichenden Anatomie und Ontogenie ſeiner vier Klaſſen vortrefflich erkennen, obwohl auch hier, wie überall, im Einzelnen noch ſehr vieles dunkel bleibt. Wenn man erſt die individuelle Entwickelungsgeſchichte aller einzelnen Gruppen genauer kennen wird, als es jetzt der Fall iſt, wird jene Dunkelheit mehr und mehr ſchwinden. Am beſten kennt man dieſelbe bis jetzt von der Klaſſe der Kiemenkerfe oder Krebſe (Carides), wegen ihrer harten kruſtenartigen Körperbedeckung auch Kruſtenthiere (Crustacea) genannt. Die Ontogenie dieſer Thiere iſt außerordentlich intereſſant, und verräth uns, ebenſo wie bei den Wirbelthieren, deutlich die weſentlichen Grundzüge ihrer Stammesgeſchichte oder Phylogenie. Fritz Müller hat in ſeiner ausgezeichneten, bereits angeführten Schrift „Für Darwin“ [16]) dieſes merkwürdige Verhältniß vortrefflich erläutert.

Die gemeinſchaftliche Stammform aller Krebſe, welche ſich bei den meiſten noch heutzutage zunächſt aus dem Ei entwickelt, iſt urſprünglich ein und dieſelbe: der ſogenannte Nauplius. Dieſer merkwürdige Urkrebs ſtellt eine ſehr einfache gegliederte Thierform dar, deren Körper meiſtens die Geſtalt einer rundlichen, ovalen oder birnförmigen Scheibe hat, und auf ſeiner Bauchſeite nur drei Beinpaare


An
Bn
Dn
En
A. Limnetis
B Cyclops
C Lernaeocera
D Lepas
E Sacculina
F Penaeus
Cn
Fn

Erwachsene Form derselben sechs Krebsthiere Taf IX.



Haeckel del. A. Schütze lith.

Digitized by Google

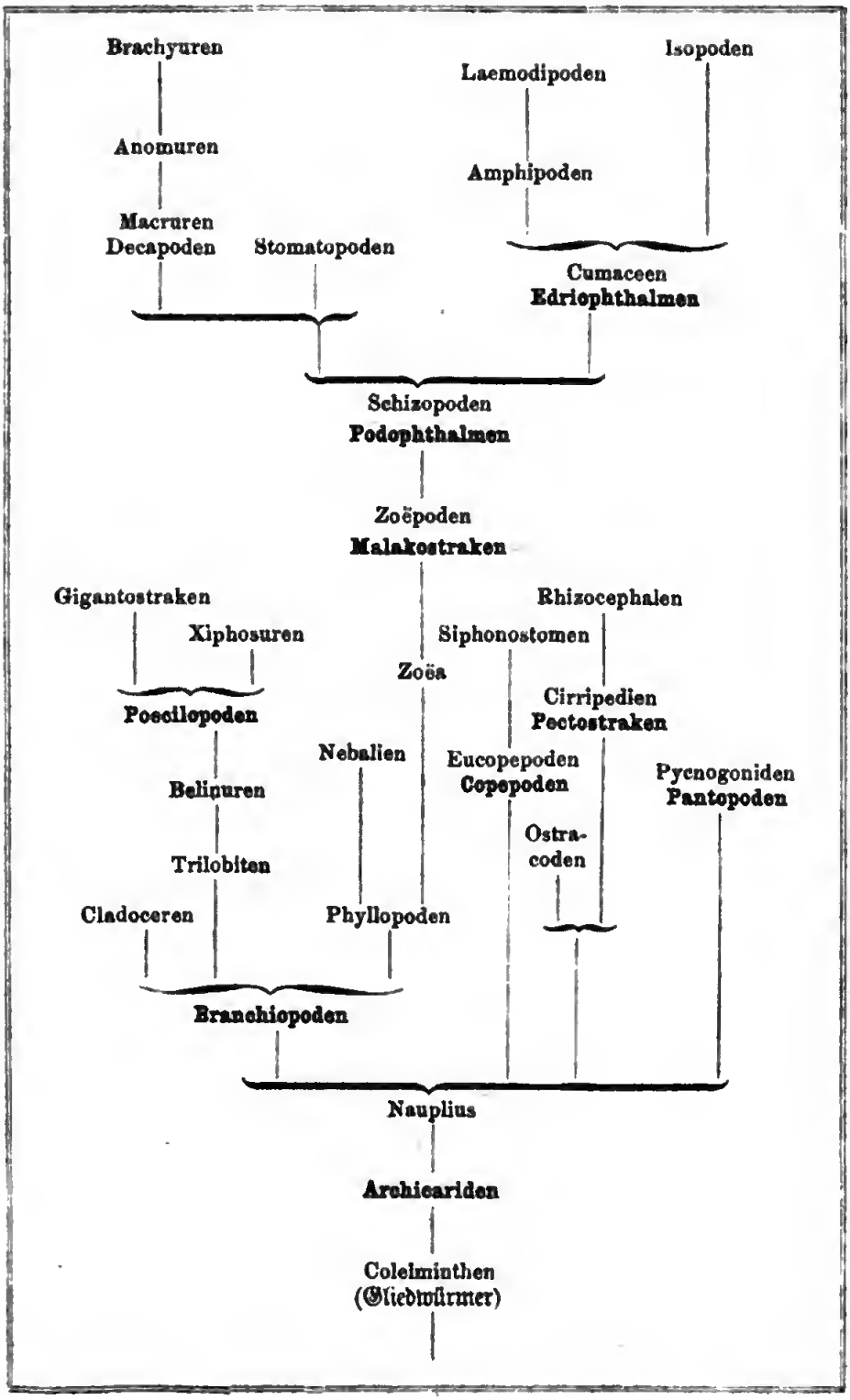
trägt. Von diesen ist das erste ungespalten, die beiden folgenden Paare gabelspaltig. Vorn über dem Munde sitzt ein einfaches unpaares Auge. Trotzdem die verschiedenen Ordnungen der Crustaceen-Klasse in dem Bau ihres Körpers und seiner Anhänge sich sehr weit von einander entfernen, bleibt dennoch ihre jugendliche Naupliusform immer im Wesentlichen dieselbe. Werfen Sie, um sich hiervon zu überzeugen, einen vergleichenden Blick auf Taf. VIII und IX. Auf Taf. IX sehen Sie die ausgebildeten Repräsentanten von sechs verschiedenen Krebsordnungen, einen Blattfüßer (Limnetis, Fig. Ac), einen Rankenkrebs (Lepas, Fig. Dc), einen Wurzelkrebs (Sacculina, Fig Ec), einen Ruderkrebs (Cyclops, Fig. Bc), eine Fischlaus (Lernaeocera, Fig. Cc) und endlich eine hoch organisirte Garnele (Peneus, Fig. Fc). Diese sechs Krebse weichen in der ganzen Körperform, in der Zahl und Bildung der Beine u. s. w., wie Sie sehen, sehr stark von einander ab. Wenn Sie dagegen die aus dem Ei geschlüpften frühesten Jugendformen oder „Nauplius" dieser sechs verschiedenen Krebse betrachten, die auf Taf. VIII mit entsprechenden Buchstaben bezeichnet sind (Fig. An—Fn), so werden Sie durch die große Uebereinstimmung dieser letzteren überrascht sein. Die verschiedenen Nauplius-Formen jener sechs Ordnungen unterscheiden sich nicht stärker, wie etwa sechs verschiedene „gute Species" einer Gattung. Wir können daher mit Sicherheit auf eine gemeinsame Abstammung aller jener Ordnungen von einem gemeinsamen Urkrebse schließen, der dem heutigen Nauplius im Wesentlichen gleich war.

Wie man sich ungefähr die Abstammung der auf S. 488 aufgezählten 20 Crustaceen-Ordnungen von der gemeinsamen Stammform des Nauplius gegenwärtig vorstellen kann, zeigt Ihnen der gegenüberstehende Stammbaum (S. 489). Aus der ursprünglich als selbstständige Gattung existirenden Nauplius-Form haben sich als divergente Zweige nach verschiedenen Richtungen hin die fünf Legionen der niederen Krebse entwickelt, welche in der nachstehenden systematischen Uebersicht der Klasse als Gliederkrebse (Entomostraca) zusammengefaßt sind. Aber auch die höhere Abtheilung der Panzerkrebse

Syſtematiſche Ueberſicht

der 7 Legionen und 20 Ordnungen der Krebſe oder Cruſtaceen.

Legionen der Cruſtaceen	Ordnungen der Cruſtaceen	Syſtematiſcher Name der Ordnungen	Ein Gattungsname als Beiſpiel
I. Entomostraca. Niedere Cruſtaceen oder Gliederkrebſe (ohne eigentliche Zoëa-Jugendform).			
I. Branchiopoda Kiemenfüßige Krebſe	1. Urkrebſe	1. Archicarida	Nauplius
	2. Blattfüßer	2. Phyllopoda	Limnetis
	3. Paläaden	3. Trilobita	Paradoxides
	4. Waſſerflöhe	4. Cladocera	Daphnia
	5. Muſchelkrebſe	5. Ostracoda	Cypris
II. Pectostraca Haftkrebſe	6. Rankenkrebſe	6. Cirripedia	Lepas
	7. Wurzelkrebſe	7. Rhizocephala	Sacculina
III. Copepoda Ruderfüßige Krebſe	8. Ruderkrebſe	8. Eucopepoda	Cyclops
	9. Fiſchläuſe	9. Siphonostoma	Lernaeocera
IV. Pantopoda Spinnenkrebſe	10. Spinnenkrebſe	10. Pycnogonida	Nymphon
V. Poecilopoda Schildkrebſe	11. Pfeilſchwänzer	11. Xiphosura	Limulus
	12. Rieſenkrebſe	12. Gigantostraca	Eurypterus
II. Malacostraca. Höhere Cruſtaceen oder Panzerkrebſe (mit wahrer Zoëa-Jugendform).			
VI. Podophthalma Stieläugige Panzerkrebſe	13. Zoëa-Krebſe	13. Zoëpoda	Zoëa
	14. Spaltfüßer	14. Schizopoda	Mysis
	15. Maulfüßer	15. Stomatopoda	Squilla
	16. Zehnfüßer	16. Decapoda	Peneus
VII. Edriophthalma Sitzäugige Panzerkrebſe	17. Kuma-Krebſe	17. Cumacea	Cuma
	18. Flohkrebſe	18. Amphipoda	Gammarus
	19. Kehlfüßer	19. Laemodipoda	Caprella
	20. Aſſeln	20. Isopoda	Oniscus


Brachyuren
Laemodipoden
Isopoden
Anomuren
Amphipoden
Macruren
Decapoden
Stomatopoden
Cumaceen
Edriophthalmen
Schizopoden
Podophthalmen
Zoëpoden
Malakostraken
Gigantostraken
Rhizocephalen
Xiphosuren
Siphonostomen
Zoëa
Poecilopoden
Cirripedien
Pectostraken
Nebalien
Eucopepoden
Copepoden
Pycnogoniden
Pantopoden
Belinuren
Ostra-
coden
Trilobiten
Cladoceren
Phyllopoden
Branchiopoden
Nauplius
Archicariden
Colelminthen
(Gliedwürmer)

(Malacostraca) hat aus der gemeinsamen Nauplíusform ihren Ursprung genommen. Noch heute bildet die Nebalia eine unmittelbare Uebergangsform von den Phyllopoden zu den Schizopoden, d. h. zu der Stammform der stieläugigen und sitzäugigen Panzerkrebse. Jedoch hat sich hier der Nauplius zunächst in eine andere Larvenform, die sogenannte Zoëa, umgewandelt, welche eine hohe Bedeutung besitzt. Diese seltsame Zoëa hat wahrscheinlich zunächst der Ordnung der Spaltfüßer oder Schizopoden (Mysis etc.) den Ursprung gegeben, welche noch heutigen Tages durch die Nebalien unmittelbar mit den Blattfüßern oder Phyllopoden zusammenhängen. Diese letzteren aber stehen von allen lebenden Krebsen der ursprünglichen Stammform des Nauplius am nächsten. Aus den Spaltfüßern haben sich als zwei divergente Zweige nach verschiedenen Richtungen hin die stieläugigen und die sitzäugigen Panzerkrebse oder Malakostraken entwickelt, die ersteren durch die Garneelen (Peneus etc.), die letzteren durch die Kumaceen (Cuma etc.) noch heute mit den Schizopoden zusammenhängend. Zu den Stieläugigen gehört der Flußkrebs, der Hummer und die übrigen Langschwänze oder Makruren, aus denen sich erst später in der Kreidezeit durch Rückbildung des Schwanzes die kurzschwänzigen Krabben oder Brachyuren entwickelt haben. Die Sitzäugigen spalten sich in die beiden Zweige der Flohkrebse (Amphipoden) und der Asseln (Isopoden), zu welchen letzteren unsere gemeine Maueraſſel und Kelleraſſel gehört.

Die zweite Hauptklasse der Gliederthiere, die Tracheaten oder die luftathmenden Tracheenkerfe (die Spinnen, Tausendfüßer und Insecten) sind jedenfalls erst im Anfang der paläolithischen Zeit, nach Abschluß des archolithischen Zeitraums entstanden, weil alle diese Thiere (im Gegensatz zu den meist wasserbewohnenden Krebsen) ursprünglich Landbewohner sind. Offenbar können sich diese Luftathmer erst entwickelt haben, als nach Verfluß der silurischen Zeit das Landleben begann. Da nun aber fossile Reste von Spinnen und Insecten bereits in den Steinkohlenschichten gefunden werden, so können wir ziemlich genau den Zeitpunkt ihrer Entstehung feststellen. Es muß

die Entwickelung der ersten Tracheenkerfe aus kiemenathmenden Zoëakrebsen oder aus Würmern zwischen das Ende der Silurzeit und den Beginn der Steinkohlenzeit fallen, also in die devonische Periode.

Die Entstehung der Tracheaten hat kürzlich Gegenbaur durch eine geistreiche Hypothese zu erklären versucht, in seinen ausgezeichneten „Grundzügen der vergleichenden Anatomie“[256]). Das Tracheensystem oder Luftröhrensystem und die durch dasselbe bedingten Modificationen der Organisation zeichnen die Insecten, Tausendfüßer und Spinnen so sehr vor den übrigen Thieren aus, daß die Vorstellung von seiner ersten Entstehung der Phylogenie keine geringen Schwierigkeiten bereitet. Nach Gegenbaurs Ansicht stehen der gemeinsamen Stammform der Tracheaten unter allen jetzt lebenden Tracheenkerfen die Urflügler oder Archipteren am nächsten. Diese Insecten, zu denen namentlich die zarten Eintagsfliegen (Ephemeren) und die flinken Wasserjungfern (Libellen) gehören, besitzen in ihrer ersten Jugend als Larven zum Theil äußere Tracheenkiemen, welche in Gestalt von blattförmigen oder pinselförmigen Anhängen in zwei Reihen auf der Rückenseite des Leibes sitzen. Aehnliche blattförmige oder pinselförmige Organe treffen wir als echte Wasserathmungsorgane oder Kiemen bei vielen Krebsen und Ringelwürmern (Anneliden) an, und zwar bei den letzteren als wirkliche Rückengliedmaßen. Wahrscheinlich sind die „Tracheenkiemen“, welche wir bei den Larven von vielen Urflüglern antreffen; als solche „Rücken-Extremitäten“ zu deuten und aus den entsprechenden Anhängen von Anneliden oder vielleicht auch von längst ausgestorbenen Crustaceen wirklich entstanden. Aus der Athmung durch „Tracheenkiemen“ hat sich erst später die gewöhnliche Tracheen-Athmung der Tracheaten hervorgebildet. Die Tracheenkiemen selbst aber sind theilweise verloren gegangen, theilweis zu den Flügeln der Insecten umgebildet worden. Gänzlich verloren gegangen sind sie in den beiden Klassen der Spinnen und Tausendfüßer. Diese sind demgemäß als rückgebildete oder eigenthümlich entwickelte Seitenzweige der Insectenklasse aufzufassen, welche sich schon frühzeitig von der gemeinsamen Insecten-Stammform abgezweigt haben, und zwar

die Spinnen früher als die Tausendfüßer. Ob jene gemeinsame Stammform aller Tracheaten, die ich in der generellen Morphologie als Protracheata bezeichnet habe, sich direct aus echten Ringelwürmern oder zunächst aus Zoëa-förmigen Krustaceen („Zoëpoden", S. 489) entwickelt hat, das wird sich späterhin wahrscheinlich noch durch genauere Erkenntniß und Vergleichung der Ontogenie der Tracheaten, Krustaceen und Anneliden feststellen lassen. Auf jeden Fall ist die Wurzel der Tracheaten ebenso wie der Krustaceen in der Gruppe der Gliederwürmer oder Colelminthen zu suchen.

Die echten Spinnen (Arachnida) sind durch den Mangel der Flügel und durch vier Beinpaare von den Insecten unterschieden. Wie jedoch die Skorpionsspinnen und die Taranteln deutlich zeigen, sind eigentlich auch bei ihnen, wie bei den Insecten, nur drei echte Beinpaare vorhanden. Das scheinbare vierte Beinpaar der Spinnen (das vorderste) ist eigentlich ein Kieferfußpaar. Unter den heute noch lebenden Spinnen giebt es eine kleine Gruppe, welche wahrscheinlich der gemeinsamen Stammform der ganzen Klasse sehr nahe steht. Das ist die Ordnung der Skorpionsspinnen oder Solifugen (Solpuga, Galeodes), von der mehrere große, wegen ihres giftigen Bisses sehr gefürchtete Arten in Afrika und Asien leben. Der Körper besteht hier, wie wir es bei dem gemeinsamen Stammvater der Tracheaten voraussetzen müssen, aus drei getrennten Abschnitten, einem Kopfe, welcher mehrere beinartige Kieferpaare trägt, einer Brust, an deren drei Ringen drei Beinpaare befestigt sind, und einem vielgliederigen Hinterleibe. In der Gliederung des Leibes stehen demnach die Solifugen eigentlich den Insecten näher, als den übrigen Spinnen. Aus den devonischen Urspinnen, welche den heutigen Solifugen nahe verwandt waren, haben sich wahrscheinlich als drei divergente Zweige die Streckspinnen, Schneiderspinnen und Rundspinnen entwickelt.

Die Streckspinnen (Arthrogastres) erscheinen als die älteren und ursprünglicheren Formen, bei denen sich die frühere Leibesgliederung besser erhalten hat, als bei den Rundspinnen. Die wichtigsten Formen dieser Unterklasse sind die Skorpione, welche durch die

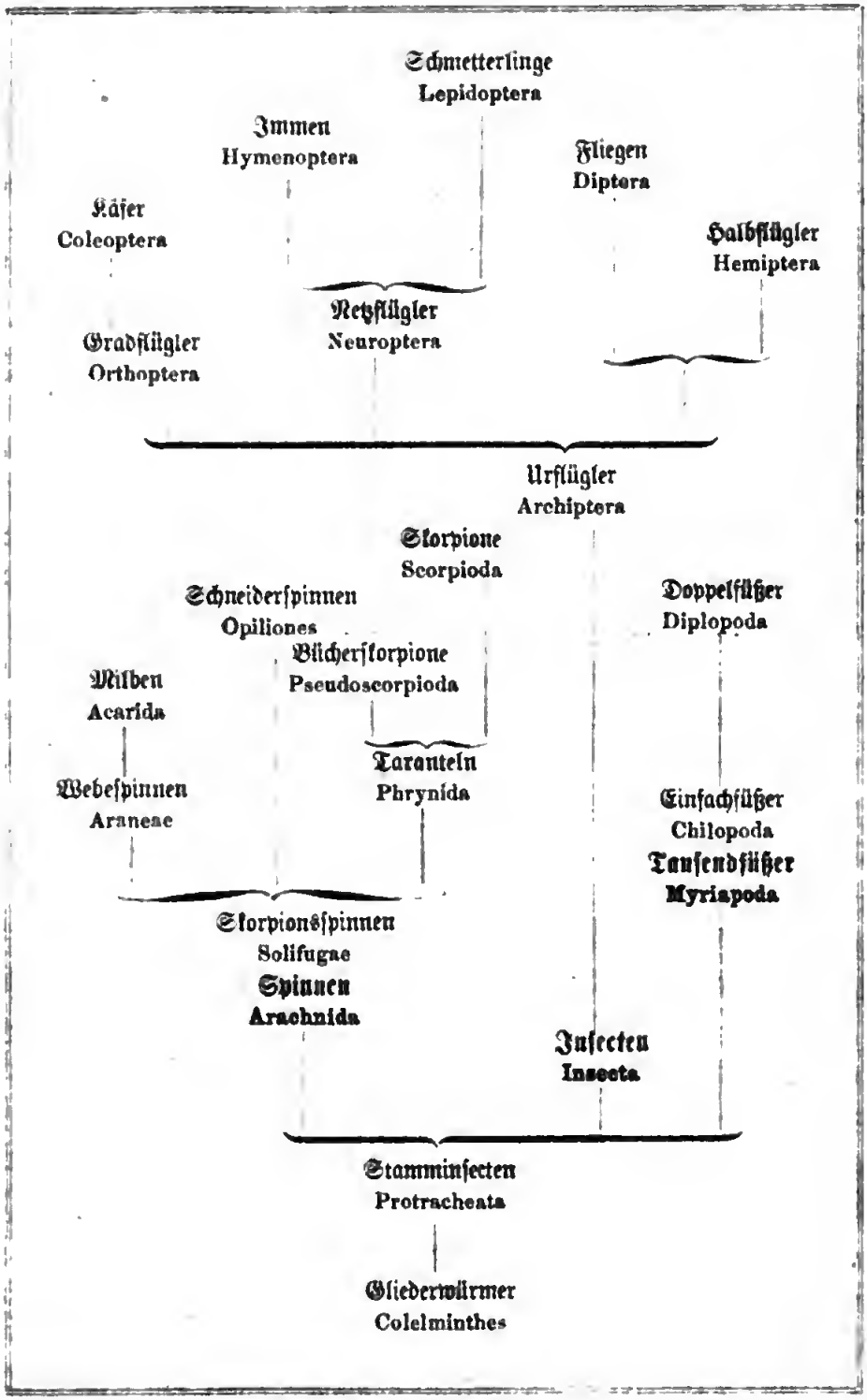
Taranteln (oder Phryniden) mit den Solifugen verbunden werden. Als ein rückgebildeter Seitenzweig erscheinen die kleinen Bücherskorpione, welche unsere Bibliotheken und Herbarien bewohnen. In der Mitte zwischen den Skorpionen und den Rundspinnen stehen die langbeinigen Schneiderspinnen (Opiliones), welche vielleicht aus einem besonderen Zweige der Solifugen entstanden sind. Die Pycnogoniden oder Spinnenkrebse und die Arktisken oder Bärwürmer, welche man gewöhnlich noch jetzt unter den Streckspinnen aufführt, sind von den Spinnen ganz auszuschließen. Die ersteren sind unter die Krustaceen, die letzteren unter die Gliederwürmer zu stellen.

Versteinerte Reste von Streckspinnen finden sich bereits in der Steinkohle. Dagegen kommt die zweite Unterklasse der Arachniden, die Rundspinnen (Sphaerogastres) versteinert zuerst im Jura, also sehr viel später vor. Sie haben sich aus einem Zweige der Solifugen dadurch entwickelt, daß die Leibesringe mehr oder weniger mit einander verschmolzen. Bei den eigentlichen Webespinnen (Araneae), welche wir wegen ihrer feinen Webekünste bewundern, geht die Verschmelzung der Rumpfglieder oder Metameren so weit, daß der Rumpf nur noch aus zwei Stücken besteht, einer Kopfbrust, welche die Kiefer und die vier Beinpaare trägt, und einem anhangslosen Hinterleib, an welchem die Spinnwarzen sitzen. Bei den Milben (Acarida), welche wahrscheinlich aus einem verkümmerten Seitenzweige der Webespinnen durch Entartung (insbesondere durch Schmarotzerleben) entstanden sind, verschmelzen sogar noch diese beiden Rumpfstücke mit einander zu einer ungegliederten Masse.

Die Klasse der Tausendfüßer (Myriapoda), die kleinste und formenärmste unter den vier Arthropodenklassen, zeichnet sich durch den sehr verlängerten Leib aus, welcher einem gegliederten Ringelwurme sehr ähnlich ist und oft mehrere hundert Beinpaare trägt. Aber auch sie hat sich ursprünglich aus einer sechsbeinigen Tracheatenform entwickelt, wie die individuelle Entwickelung der Tausendfüßer im Ei deutlich beweist. Ihre Embryonen haben zuerst nur drei Beinpaare, gleich den echten Insecten, und erst später knospen Stück

Syſtematiſche Ueberſicht
der 3 Klaſſen und 17 Ordnungen der Tracheaten.

Klaſſen der Tracheaten	Unterklaſſen der Tracheaten	Ordnungen der Tracheaten	Zwei Gattungsnamen als Beiſpiele
I. Spinnen *Arachnida*	I. Streckſpinnen *Arthrogastres*	1. Skorpionſpinnen *Solifugae*	Solpuga, Galeodes
		2. Taranteln *Phrynida*	Phrynus, Thelyphonus
		3. Skorpione *Scorpioda*	Scorpio, Buthus
		4. Bücherſkorpione *Pseudoscorpioda*	Obisium, Chelifer
		5. Schneiderſpinnen *Opilionida*	Phalangium, Opilio
	II. Rundſpinnen *Sphaerogastres*	6. Weberſpinnen *Araneae*	Epeira, Mygale
		7. Milben *Acarida*	Sarcoptes, Demodex
II. Tauſendfüßer *Myriapoda*	III. Einfachfüßer *Chilopoda*	8. Einfachfüßer *Chilopoda*	Scolopendra, Geophilus
	IV. Doppelfüßer *Diplopoda*	9. Doppelfüßer *Diplopoda*	Julus, Polydemus
III. Inſecten *Insecta* oder *Hexapoda*	V. Kauende Inſecten *Masticantia*	10. Urflügler *Archiptera*	Ephemera, Libellula
		11. Netzflügler *Neuroptera*	Hemerobius, Phryganea
		12. Gradflügler *Orthoptera*	Locusta, Forficula
		13. Käfer *Coleoptera*	Cicindela, Melolontha
		14. Hautflügler *Hymenoptera*	Apis, Formica
	VI. Saugende Inſecten *Sugentia*	15. Halbflügler *Hemiptera*	Aphis, Cimex
		16. Fliegen *Diptera*	Culex, Musca
		17. Schmetterlinge *Lepidoptera*	Bombyx, Papilio


Schmetterlinge
Lepidoptera
Immen
Hymenoptera
Fliegen
Diptera
Käfer
Coleoptera
Halbflügler
Hemiptera
Netzflügler
Neuroptera
Gradflügler
Orthoptera
Urflügler
Archiptera
Skorpione
Scorpioda
Schneiderspinnen
Opiliones
Doppelfüßer
Diplopoda
Bücherskorpione
Pseudoscorpioda
Milben
Acarida
Taranteln
Phrynida
Webespinnen
Araneae
Einfachfüßer
Chilopoda
Tausendfüßer
Myriapoda
Skorpionsspinnen
Solifugae
Spinnen
Arachnida
Insecten
Insecta
Stamminsecten
Protracheata
Gliederwürmer
Colelminthes

für Stück die folgenden Beinpaare aus den wuchernden Hinterleibsringen hervor. Von den beiden Ordnungen der Tausendfüßer (welche bei uns unter Baumrinden, im Moose u. s. w. leben), haben sich wahrscheinlich die runden Doppelfüßer (Diplopoda) erst später aus den älteren platten Einfachfüßern (Chilopoda) entwickelt, indem je zwei Ringe des Leibes paarweise mit einander verschmolzen. Von den Chilopoden finden sich fossile Reste zuerst im Jura vor.

Die dritte und letzte Klasse unter den tracheenathmenden Arthropoden ist die der Insecten (Insecta oder Hexapoda), die umfangreichste von allen Thierklassen, und nächst derjenigen der Säugethiere auch die wichtigste von allen. Trotzdem die Insecten eine größere Mannichfaltigkeit von Gattungen und Arten entwickeln, als die übrigen Thiere zusammengenommen, sind das alles doch im Grunde nur oberflächliche Variationen eines einzigen Themas, welches in seinen wesentlichen Charakteren sich ganz beständig erhält. Bei allen Insecten sind die drei Abschnitte des Rumpfes, Kopf, Brust und Hinterleib deutlich getrennt. Der Hinterleib oder das Abdomen trägt, wie bei den Spinnen, gar keine gegliederten Anhänge. Der mittlere Abschnitt, die Brust oder der Thorax, trägt auf der Bauchseite die drei Beinpaare, auf der Rückenseite ursprünglich zwei Flügelpaare. Freilich sind bei sehr vielen Insecten eines oder beide Flügelpaare verkümmert, oder selbst ganz verschwunden. Allein die vergleichende Anatomie der Insecten zeigt uns deutlich, daß dieser Mangel erst nachträglich durch Verkümmerung der Flügel entstanden ist, und daß alle jetzt lebenden Insecten von einem gemeinsamen Stamminsect abstammen, welches drei Beinpaare und zwei Flügelpaare besaß (vergl. S. 256). Diese Flügel, welche die Insecten so auffallend vor den übrigen Gliedfüßern auszeichnen, entstanden, wie schon vorher gezeigt wurde, wahrscheinlich aus den Tracheenkiemen, welche wir noch heute an den im Wasser lebenden Larven der Eintagsfliegen (Ephemera) beobachten.

Der Kopf der Insecten trägt allgemein außer den Augen ein Paar gegliederte Fühlhörner oder Antennen, und außerdem auf jeder

Seite des Mundes drei Kiefer. Diese drei Kieferpaare, obgleich bei allen Insecten aus derselben ursprünglichen Grundlage entstanden, haben sich durch verschiedenartige Anpassung bei den verschiedenen Ordnungen zu höchst mannichfaltigen und merkwürdigen Formen umgebildet, so daß man sie hauptsächlich zur Unterscheidung und Charakteristik der Hauptabtheilungen der Klasse verwendet. Zunächst kann man als zwei Hauptabtheilungen Insecten mit kauenden Mundtheilen (Masticantia) und Insecten mit saugenden Mundwerkzeugen (Sugentia) unterscheiden. Bei genauerer Betrachtung kann man noch schärfer jede dieser beiden Abtheilungen in zwei Untergruppen vertheilen. Unter den Kauinsecten oder Masticantien können wir die beißenden und die leckenden unterscheiden. Zu den Beißenden (Mordentia) gehören die ältesten und ursprünglichsten Insecten, die vier Ordnungen der Urflügler, Netzflügler, Gradflügler und Käfer. Die Leckenden (Lambentia) werden bloß durch die eine Ordnung der Hautflügler gebildet. Unter den Sauginsecten oder Sugentien können wir die beiden Gruppen der stechenden und schlürfenden unterscheiden. Zu den Stechenden (Pungentia) gehören die beiden Ordnungen der Halbflügler und Fliegen, zu den Schlürfenden (Sorbentia) bloß die Schmetterlinge.

Den ältesten Insecten, welche die Stammformen der ganzen Klasse (und somit wahrscheinlich auch aller Tracheaten) enthalten, stehen von den heute noch lebenden Insecten am nächsten die beißenden, und zwar die Ordnung der Urflügler (Archiptera oder Pseudoneuroptera). Dahin gehören vor allen die Eintagsfliegen (Ephemera), deren im Wasser lebende Larven uns wahrscheinlich noch heute in ihren Tracheenkiemen die Organe zeigen, aus denen die Insectenflügel ursprünglich entstanden. Ferner gehören in diese Ordnung die bekannten Wasserjungfern oder Libellen, die flügellosen Zuckergäste (Lepisma), die springenden Blasenfüßer (Physopoda), und die gefürchteten Termiten, von denen sich versteinerte Reste schon in der Steinkohle finden. Unmittelbar hat sich wahrscheinlich aus den Urflüglern die Ordnung der Netzflügler (Neuroptera) ent-

wickelt, welche sich von ihnen wesentlich nur durch die vollkommene Verwandlung unterscheiden. Es gehören dahin die Florfliegen (Planipennia), die Schmetterlingsfliegen (Phryganida) und die Fächerfliegen (Strepsiptera). Fossile Insecten, welche den Uebergang von den Urflüglern (Libellen) zu den Netzflüglern (Sialiden) machen, kommen schon in der Steinkohle vor (Dictyophlebia).

Aus einem anderen Zweige der Urflügler hat sich durch Differenzirung der beiden Flügelpaare schon frühzeitig die Ordnung der Gradflügler (Orthoptera) entwickelt. Diese Abtheilung besteht aus der formenreichen Gruppe der Schaben, Heuschrecken, Grillen u. s. w. (Ulonata), und aus der kleinen Gruppe der bekannten Ohrwürmer (Labidura), welche durch die Kneifzange am hinteren Körperende ausgezeichnet sind. Sowohl von Schaben als von Grillen und Heuschrecken kennt man Versteinerungen aus der Steinkohle.

Auch die vierte Ordnung der beißenden Insecten, die Käfer (Coleoptera) kommen bereits in der Steinkohle versteinert vor. Diese außerordentlich umfangreiche Ordnung, der bevorzugte Liebling der Insectenliebhaber und Sammler, zeigt am deutlichsten von allen, welche unendliche Formenmannichfaltigkeit sich durch Anpassung an verschiedene Lebensverhältnisse äußerlich entwickeln kann, ohne daß deshalb der innere Bau und die Grundform des Körpers irgendwie wesentlich umgebildet wird. Wahrscheinlich haben sich die Käfer aus einem Zweige der Gradflügler entwickelt, von denen sie sich wesentlich nur durch ihre vollkommene Verwandlung unterscheiden.

An diese vier Ordnungen der beißenden Insecten schließt sich nun zunächst die eine Ordnung der leckenden Insecten an, die interessante Gruppe der Immen oder Hautflügler (Hymenoptera). Dahin gehören diejenigen Insecten, welche sich durch ihre entwickelten Culturzustände, durch ihre weitgehende Arbeitstheilung, Gemeindebildung und Staatenbildung zu bewunderungswürdiger Höhe der Geistesbildung, der intellectuellen Vervollkommnung und der Charakterstärke erhoben haben und dadurch nicht allein die meisten Wirbellosen, sondern überhaupt die meisten Thiere übertreffen. Es sind das

vor allen die Ameisen und die Bienen, sodann die Wespen, Blattwespen, Holzwespen, Schlupfwespen, Gallwespen u. s. w. Sie kommen zuerst versteinert im Jura vor, in größerer Menge jedoch erst in den Tertiärschichten. Wahrscheinlich haben sich die Hautflügler aus einem Zweige entweder der Urflügler oder der Netzflügler entwickelt.

Von den beiden Ordnungen der stechenden Insecten, den Hemipteren und Dipteren, ist die ältere diejenige der Halbflügler (Hemiptera), auch Schnabelkerfe (Rhynchota) genannt. Dahin gehören die drei Unterordnungen der Blattläuse (Homoptera), der Wanzen (Heteroptera), und der Läuse (Pediculina). Von ersteren beiden finden sich fossile Reste schon im Jura. Aber schon im permischen System kommt ein altes Insect vor (Eugereon), welches auf die Abstammung der Hemipteren von den Neuropteren hinzudeuten scheint. Wahrscheinlich sind von den drei Unterordnungen der Hemipteren die ältesten die Homopteren, zu denen außer den eigentlichen Blattläusen auch noch die Schildläuse, die Blattflöhe und die Zirpen oder Cicaden gehören. Aus zwei verschiedenen Zweigen der Homopteren werden sich die Läuse durch weitgehende Entartung (vorzüglich Verlust der Flügel), die Wanzen dagegen durch Vervollkommnung (Sonderung der beiden Flügelpaare) entwickelt haben.

Die zweite Ordnung der stechenden Insecten, die Fliegen oder Zweiflügler (Diptera) findet sich zwar auch schon im Jura versteinert neben den Halbflüglern vor. Allein dieselben haben sich doch wahrscheinlich erst nachträglich aus den Hemipteren durch Rückbildung der Hinterflügel entwickelt. Nur die Vorderflügel sind bei den Dipteren vollständig geblieben. Die Hauptmasse dieser Ordnung bilden die langgestreckten Mücken (Nemocera) und die gedrungenen eigentlichen Fliegen (Brachycera), von denen die ersteren wohl älter sind. Doch finden sich von Beiden schon Reste im Jura vor. Durch Degeneration in Folge von Parasitismus haben sich aus ihnen wahrscheinlich die beiden kleinen Gruppen der puppengebärenden Lausfliegen (Pupipara) und der springenden Flöhe (Aphaniptera) entwickelt.

Die achte und letzte Insectenordnung, und zugleich die einzige mit

wirklich ſchlürfenden Mundtheilen ſind die Schmetterlinge (Lepidoptera). Dieſe Ordnung erſcheint in mehreren morphologiſchen Beziehungen als die vollkommenſte Abtheilung der Inſecten und hat ſich demgemäß auch am ſpäteſten erſt entwickelt. Man kennt nämlich von dieſer Ordnung Verſteinerungen nur aus der Tertiärzeit, während die drei vorhergehenden Ordnungen bis zum Jura, die vier beißenden Ordnungen dagegen ſogar bis zur Steinkohle hinaufreichen. Die nahe Verwandtſchaft einiger Motten (Tinea) und Eulen (Noctua) mit einigen Schmetterlingsfliegen (Phryganida) macht es wahrſcheinlich, daß ſich die Schmetterlinge aus dieſer Gruppe, alſo aus der Ordnung der Netzflügler oder Neuropteren entwickelt haben.

Wie Sie ſehen, beſtätigt Ihnen die ganze Geſchichte der Inſectenklaſſe und weiterhin auch die Geſchichte des ganzen Arthropodenſtammes weſentlich die großen Geſetze der Differenzirung und Vervollkommnung, welche wir nach Darwin's Selectionstheorie als die nothwendigen Folgen der natürlichen Züchtung anerkennen müſſen. Der ganze formenreiche Stamm beginnt in archolithiſcher Zeit mit der kiemenathmenden Klaſſe der Krebſe, und zwar mit den niederſten Urkrebſen oder Archicariden. Die Geſtalt dieſer Urkrebſe, die ſich jedenfalls aus Gliedwürmern entwickelten, iſt uns noch heute in der gemeinſamen Jugendform der verſchiedenen Krebſe, in dem merkwürdigen Nauplius, annähernd erhalten. Aus dem Nauplius entwickelte ſich weiterhin die ſeltſame Zoëa, die gemeinſame Jugendform aller höheren oder Panzerkrebſe (Malacostraca) und zugleich vielleicht desjenigen, zuerſt durch Tracheen luftathmenden Arthropoden, welcher der gemeinſame Stammvater aller Tracheaten wurde. Dieſer devoniſche Stammvater, der zwiſchen dem Ende der Silurzeit und dem Beginn der Steinkohlenzeit entſtanden ſein muß, ſtand wahrſcheinlich von allen jetzt noch lebenden Inſecten den Urflüglern oder Archipteren am nächſten. Aus ihm entwickelte ſich als Hauptſtamm der Tracheaten die Inſectenklaſſe, von deren tieferen Stufen ſich frühzeitig als zwei divergente Zweige die Spinnen und Tauſendfüßer ablöſten. Von den Inſecten exiſtirten lange Zeit

hindurch nur die vier beißenden Ordnungen, Urflügler, Netzflügler, Gradflügler und Käfer, von denen die erste wahrscheinlich die gemeinsame Stammform der drei anderen ist. Erst viel später entwickelten sich aus den beißenden Insecten, welche die ursprüngliche Form der drei Kieferpaare am reinsten bewahrten, als drei divergente Zweige die leckenden, stechenden und schlürfenden Insecten. Wie diese Ordnungen in der Erdgeschichte auf einander folgen, zeigt Ihnen nochmals übersichtlich die nachstehende Tabelle.

A. Insecten mit kauenden Mundtheilen **Masticantia**	I. Beißende Insecten *Mordentia*	1. Urflügler Archiptera	M. I. A. A.	Zuerst versteinert in der Steinkohle
		2. Netzflügler Neuroptera	M. C. A. A.	
		3. Gradflügler Orthoptera	M. I. A. D.	
		4. Käfer Coleoptera	M. C. A. D.	
	II. Leckende Insecten *Lambentia*	5. Hautflügler Hymenoptera	M. C. A. A.	Zuerst versteinert im Jura
B. Insecten mit saugenden Mundtheilen **Sugentia**	III. Stechende Insecten *Pungentia*	6. Halbflügler Hemiptera	M. I. A. A.	
		7. Fliegen Diptera	M. C. A. D.	
	IV. Schlürfende Insecten *Sorbentia*	8. Schmetterlinge Lepidoptera	M. C. A. A.	Zuerst versteinert im Tertiär

Anmerkung: Bei den acht einzelnen Ordnungen der Insecten ist zugleich der Unterschied in der Metamorphose oder Verwandlung und in der Flügelbildung durch folgende Buchstaben angegeben: M. I. = Unvollständige Metamorphose. M. C. = Vollständige Metamorphose (Vergl. Gen. Morph. II, S. XCIX). A. A. = Gleichartige Flügel (Vorder- und Hinterflügel im Bau und Gewebe nicht oder nur wenig verschieden). A. D. = Ungleichartige Flügel (Vorder- und Hinterflügel durch starke Differenzirung im Bau und Gewebe sehr verschieden).

Zwanzigster Vortrag.

Stammbaum und Geschichte des Thierreichs.

III. Wirbelthiere.

Die Schöpfungsurkunden der Wirbelthiere. (Vergleichende Anatomie, Embryologie und Paläontologie.) Das natürliche System der Wirbelthiere. Die vier Klassen der Wirbelthiere von Linné und Lamarck. Vermehrung derselben auf neun Klassen. Hauptklasse der Rohrherzen oder Schädellosen (Lanzetthiere). Blutsverwandtschaft der Schädellosen mit den Manteltieren. Uebereinstimmung der embryonalen Entwickelung von Amphioxus und von den Ascidien. Ursprung des Wirbelthierstammes aus der Würmergruppe. Hauptklasse der Unpaarnasen oder Rundmäuler (Inger und Lampreten). Hauptklasse der Anamnien oder Amnionlosen. Fische (Urfische, Schmelzfische, Knochenfische). Lurchfische oder Dipneusten. Seedrachen oder Halisaurier. Lurche oder Amphibien (Panzerlurche, Nacktlurche). Hauptklasse der Amnionthiere oder Amnioten. Reptilien (Stammreptilien, Eidechsen, Schlangen, Crocodile, Schildkröten, Flugreptilien, Drachen, Schnabelreptilien). Vögel (Fiederschwänzige, Fächerschwänzige, Büschelschwänzige).

Meine Herren! Unter den natürlichen Hauptgruppen der Organismen, welche wir wegen der Blutsverwandtschaft aller darin vereinigten Arten als Stämme oder Phylen bezeichnen, ist keine einzige von so hervorragender und überwiegender Bedeutung, als der Stamm der Wirbelthiere. Denn nach dem übereinstimmenden Urtheil aller Zoologen ist auch der Mensch ein Glied dieses Stammes, und kann seiner ganzen Organisation und Entwickelung nach unmöglich von den übrigen Wirbelthieren getrennt werden. Wie wir aber aus der individuellen Entwickelungsgeschichte des Menschen schon

früher die unbestreitbare Thatsache erkannt haben, daß derselbe in seiner Entwickelung aus dem Ei anfänglich nicht von den übrigen Wirbelthieren, und namentlich den Säugethieren verschieden ist, so müssen wir nothwendig mit Beziehung auf seine paläontologische Entwickelungsgeschichte schließen, daß das Menschengeschlecht sich historisch wirklich aus niederen Wirbelthieren entwickelt hat, und daß dasselbe zunächst von den Säugethieren abstammt. Dieser Umstand allein schon (abgesehen von dem vielseitigen höheren Interesse, das auch in anderer Beziehung die Wirbelthiere vor den übrigen Organismen in Anspruch nehmen) wird es rechtfertigen, daß wir den Stammbaum der Wirbelthiere und dessen Ausdruck, das natürliche System, hier besonders genau untersuchen.

Glücklicherweise sind die Schöpfungsurkunden, welche uns bei der Aufstellung der Stammbäume immer leiten müssen, grade für diesen wichtigsten Thierstamm, aus dem unser eigenes Geschlecht entsprossen ist, besonders vollständig. Durch Cuvier ist schon im Anfange unseres Jahrhunderts die vergleichende Anatomie und Paläontologie, durch Bär die Ontogenie der Wirbelthiere zu einer sehr hohen Ausbildung gelangt. Späterhin haben vorzüglich die vergleichend-anatomischen Untersuchungen von Johannes Müller und Rathke, und in neuester Zeit diejenigen von Gegenbaur und Huxley unsere Erkenntniß von den natürlichen Verwandtschaftsverhältnissen der verschiedenen Wirbelthiergruppen bedeutend gefördert. Insbesondere haben die classischen Arbeiten von Gegenbaur, welche überall von dem Grundgedanken der Descendenztheorie durchdrungen sind, der Beweis geführt, daß das vergleichend-anatomische Material, wie bei allen übrigen Thieren, so ganz besonders im Wirbelthierstamm, erst durch die Anwendung der Abstammungslehre seine wahre Bedeutung und Geltung erhält. Auch hier, wie überall, sind die Analogien auf die Anpassung, die Homologien auf die Vererbung zurückzuführen. Wenn wir sehen, daß die Gliedmaßen der verschiedensten Wirbelthiere trotz ihrer außerordentlich verschiedenen äußeren Form dennoch wesentlich denselben inneren

Bau besitzen, wenn wir sehen, daß dem Arme des Menschen und des Affen, dem Flügel der Fledermaus und des Vogels, der Brustflosse der Walfische und der Seedrachen, den Vorderbeinen der Hufthiere und der Frösche immer dieselben Knochen in derselben charakteristischen Lagerung, Gliederung und Verbindung zu Grunde liegen, so können wir diese wunderbare Uebereinstimmung oder Homologie nur durch die gemeinsame Vererbung von einer einzigen Stammform erklären. Die auffallenden Unterschiede dieser homologen Körpertheile dagegen rühren von der Anpassung an verschiedene Existenzbedingungen her.

Ebenso wie die vergleichende Anatomie ist auch die Ontogenie oder die individuelle Entwickelungsgeschichte für den Stammbaum der Wirbelthiere von ganz besonderer Wichtigkeit. Die ersten aus dem Ei entstehenden Entwickelungszustände sind bei allen Wirbelthieren im Wesentlichen ganz gleich, und behalten um so länger ihre Uebereinstimmung, je näher sich die betreffenden ausgebildeten Wirbelthierformen im natürlichen System, d. h. im Stammbaum stehen. Wie weit diese Uebereinstimmung der Keimformen oder Embryen selbst bei den höchst entwickelten Wirbelthieren noch jetzt geht, das habe ich Ihnen schon früher gelegentlich erläutert (vergl. S. 264—276). Die völlige Uebereinstimmung in Form und Bau, welche z. B. zwischen den Embryen des Menschen und des Hundes, des Vogels und der Schildkröte selbst noch in den auf Taf. II und III dargestellten Entwickelungszuständen besteht, ist eine Thatsache von unermeßlicher Bedeutung und liefert uns die wichtigsten Anhaltspunkte zur Construction ihres Stammbaums.

Endlich sind auch die paläontologischen Schöpfungsurkunden grade bei den Wirbelthieren von ganz besonderem Werthe. Denn die versteinerten Wirbelthierreste gehören größtentheils dem knöchernen Skelete dieser Thiere an, einem Organsysteme, welches für das Verständniß ihres Organismus von der größten Bedeutung ist. Allerdings ist auch hier, wie überall, die Versteinerungsurkunde äußerst unvollständig und lückenhaft. Allein immerhin sind uns von den

ausgestorbenen Wirbelthieren wichtigere Reste im versteinerten Zustande erhalten, als von den meisten anderen Thiergruppen, und einzelne Trümmer geben oft die bedeutendsten Fingerzeige über das Verwandtschaftsverhältniß und die historische Aufeinanderfolge der Gruppen.

Die Bezeichnung Wirbelthiere (Vertebrata) rührt, wie ich schon im letzten Vortrage erwähnte, von dem großen Lamarck her, welcher zuerst gegen Ende des vorigen Jahrhunderts unter diesem Namen die vier oberen Thierklassen Linné's zusammenfaßte: die Säugethiere, Vögel, Amphibien und Fische. Die beiden niederen Klassen Linné's, die Insekten und Würmer, stellte Lamarck den Wirbelthieren gegenüber als Wirbellose (Invertebrata, später auch Evertebrata genannt).

Die Eintheilung der Wirbelthiere in die vier genannten Klassen wurde auch von Cuvier und seinen Nachfolgern, und in Folge dessen von vielen Zoologen noch bis auf die Gegenwart festgehalten. Aber schon 1822 erkannte der ausgezeichnete Anatom Blainville aus der vergleichenden Anatomie, und fast gleichzeitig unser großer Embryologe Bär aus der Ontogenie der Wirbelthiere, daß Linné's Klasse der Amphibien eine unnatürliche Vereinigung von zwei ganz verschiedenen Klassen sei. Diese beiden Klassen hatte schon 1820 Merrem als zwei Hauptgruppen der Amphibien unter den Namen der Pholidoten und Batrachier getrennt. Die Batrachier, welche heutzutage gewöhnlich als Amphibien (im engeren Sinne!) bezeichnet werden, umfassen die Frösche, Salamander, Kiemenmolche, Cäcilien und die ausgestorbenen Labyrinthodonten. Sie schließen sich in ihrer ganzen Organisation eng an die Fische an. Die Pholidoten oder Reptilien dagegen sind viel näher den Vögeln verwandt. Es gehören dahin die Eidechsen, Schlangen, Krocodile und Schildkröten und die vielgestaltige Formengruppe der mesolithischen Drachen, der fliegenden Reptilien u. s. w.

Im Anschluß an diese naturgemäße Scheidung der Amphibien in zwei Klassen theilte man nun den ganzen Stamm der Wirbelthiere

in zwei Hauptgruppen. Die erste Hauptgruppe, die Fische und Amphibien, athmen entweder zeitlebens oder doch in der Jugend durch Kiemen, und werden daher als Kiemenwirbelthiere bezeichnet (Branchiata oder Anallontoidia). Die zweite Hauptgruppe dagegen, Reptilien, Vögel und Säugethiere, athmen zu keiner Zeit ihres Lebens durch Kiemen, sondern ausschließlich durch Lungen, und heißen deshalb auch passend kiemenlose oder Lungenwirbelthiere (Ebranchiata oder Allantoidia). So richtig diese Unterscheidung auch ist, so können wir doch bei derselben nicht stehen bleiben, wenn wir zu einem wahren natürlichen System des Wirbelthierstammes, und zu einem naturgemäßen Verständniß seines Stammbaums gelangen wollen. Vielmehr müssen wir dann, wie ich vor vier Jahren in meiner generellen Morphologie gezeigt habe, noch drei weitere Wirbelthierklassen unterscheiden, indem wir die bisherige Fischklasse in vier sehr verschiedene Klassen auflösen (Gen. Morph. Bd. II., Taf. VII, S. CXVI—CLX).

Die erste und niederste von diesen Klassen wird durch die Schädellosen (Acrania) oder Rohrherzen (Leptocardia) gebildet, von denen heutzutage nur noch ein einziger Repräsentant lebt, das merkwürdige Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus). Als zweite Klasse schließen sich an diese zunächst die Unpaarnasen (Monorrhina) oder Rundmäuler (Cyclostoma) an, zu denen die Inger (Myxinoiden) und die Lampreten (Petromyzonten) gehören. Die dritte Klasse erst würden die echten Fische (Pisces) bilden und an diese würden sich als vierte Klasse die Lurchfische (Dipneusta) anschließen: Uebergangsformen von den Fischen zu den Amphibien. Durch diese Unterscheidung, welche, wie Sie gleich sehen werden, für die Genealogie der Wirbelthiere sehr wichtig ist, wird die ursprüngliche Vierzahl der Wirbelthierklassen auf das Doppelte gesteigert.

In neuester Zeit endlich ist noch eine neunte Wirbelthierklasse zu diesen acht Klassen hinzugekommen. Durch die kürzlich veröffentlichten vergleichend-anatomischen Untersuchungen von Gegenbaur nämlich hat sich herausgestellt, daß die merkwürdige Abtheilung der

Seedrachen (Halisauria), welche man bisher unter den Reptilien aufführte, weit von diesen verschieden und als eine besondere Klasse anzusehen ist, welche sich noch vor den Amphibien von dem Wirbelthierstamme abgezweigt hat. Es gehören dahin die berühmten großen Ichthyosauren und Plesiosauren der Jura- und Kreidezeit, und die älteren Simosauren der Triaszeit, welche sich alle näher an die Fische als an die Amphibien anschließen.

Diese neun Klassen der Wirbelthiere sind aber keineswegs von gleichem genealogischen Werthe. Vielmehr müssen wir dieselben in der Weise, wie es Ihnen bereits die systematische Uebersicht auf S. 448 zeigte, auf vier verschiedene Hauptklassen vertheilen. Zunächst können wir die drei höchsten Klassen, die Säugethiere, Vögel und Schleicher als eine natürliche Hauptklasse unter dem Namen der Amnionthiere (Amniota) zusammenfassen. Diesen stellen sich naturgemäß als eine zweite Hauptklasse die Amnionlosen (Anamnia) gegenüber, nämlich die vier Klassen der Lurche, Seedrachen, Lurchfische und Fische. Die genannten sieben Klassen, sowohl die Amnionlosen als die Amnionthiere, stimmen unter sich in zahlreichen Merkmalen überein, durch welche sie sich von den beiden niedersten Klassen (den Unpaarnasen und Rohrherzen) unterscheiden. Wir können sie daher in der natürlichen Hauptgruppe der Paarnasen (Amphirrhina) vereinigen. Endlich sind diese Paarnasen wiederum viel näher den Rundmäulern oder Unpaarnasen, als den Schädellosen oder Rohrherzen verwandt. Wir können daher mit vollem Rechte die Paarnasen mit den Unpaarnasen in einer obersten Hauptgruppe zusammenstellen und diese als Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia) der einzigen Klasse der Schädellosen oder Rohrherzen gegenüberstellen. Durch diese, von mir vorgeschlagene Classification der Wirbelthiere wird es möglich, die wichtigsten genealogischen Beziehungen ihrer neun Klassen klar zu übersehen. Das systematische Verhältniß dieser Gruppen zu einander läßt sich durch folgende Uebersicht kurz ausdrücken.

A. Schädelloſe (Acrania)			1. Rohrherzen	1. Leptocardia
B. Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia)	a. Unpaarnaſen *Monorrhina*		2. Rundmäuler	2. Cyclostoma
	b. Paarnaſen *Amphirrhina*	I. Amnionloſe Anamnia	3. Fiſche	3. Pisces
			4. Lurchfiſche	4. Dipneusta
			5. Seedrachen	5. Halisauria
			6. Lurche	6. Amphibia
		II. Amnionthiere Amniota	7. Schleicher	7. Reptilia
			8. Vögel	8. Aves
			9. Säugethiere	9. Mammalia

Auf der niedrigſten Organiſationsſtufe von allen uns bekannten Wirbelthieren ſteht der einzige noch lebende Vertreter der erſten Klaſſe, das Lanzetfiſchchen oder Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus) (Taf. XI, Fig. B). Dieſes höchſt intereſſante und wichtige Thierchen, welches über die älteren Wurzeln unſeres Stammbaumes ein überraſchendes Licht verbreitet, iſt offenbar der letzte Mohikaner, der letzte überlebende Repräſentant einer formenreichen niederen Wirbelthierklaſſe, welche während der Primordialzeit ſehr entwickelt war, uns aber leider wegen des Mangels aller feſten Skelettheile gar keine verſteinerten Reſte hinterlaſſen konnte. Das kleine Lanzetfiſchchen lebt heute noch weitverbreitet in verſchiedenen Meeren, z. B. in der Oſtſee, Nordſee, im Mittelmeere, gewöhnlich auf flachem Strande im Sand vergraben. Der Körper hat, wie der Name ſagt, die Geſtalt eines ſchmalen, an beiden Enden zugeſpitzten, lanzettförmigen Blattes. Erwachſen iſt daſſelbe etwa zwei Zoll lang, und röthlich ſchimmernd, halb durchſichtig. Aeußerlich hat das Lanzetthierchen ſo wenig Aehnlichkeit mit einem Wirbelthier, daß ſein erſter Entdecker, Pallas, es für eine unvollkommene Nacktſchnecke hielt. Beine beſitzt es nicht, und ebenſowenig Kopf, Schädel und Gehirn. Das vordere Körperende iſt äußerlich von dem hinteren faſt nur durch die Mundöffnung zu unterſcheiden. Aber dennoch beſitzt der Amphioxus in ſeinem inneren Bau die wichtigſten Merkmale, durch welche ſich alle Wirbelthiere von allen Wirbelloſen unterſcheiden, vor allen den Rückenſtrang

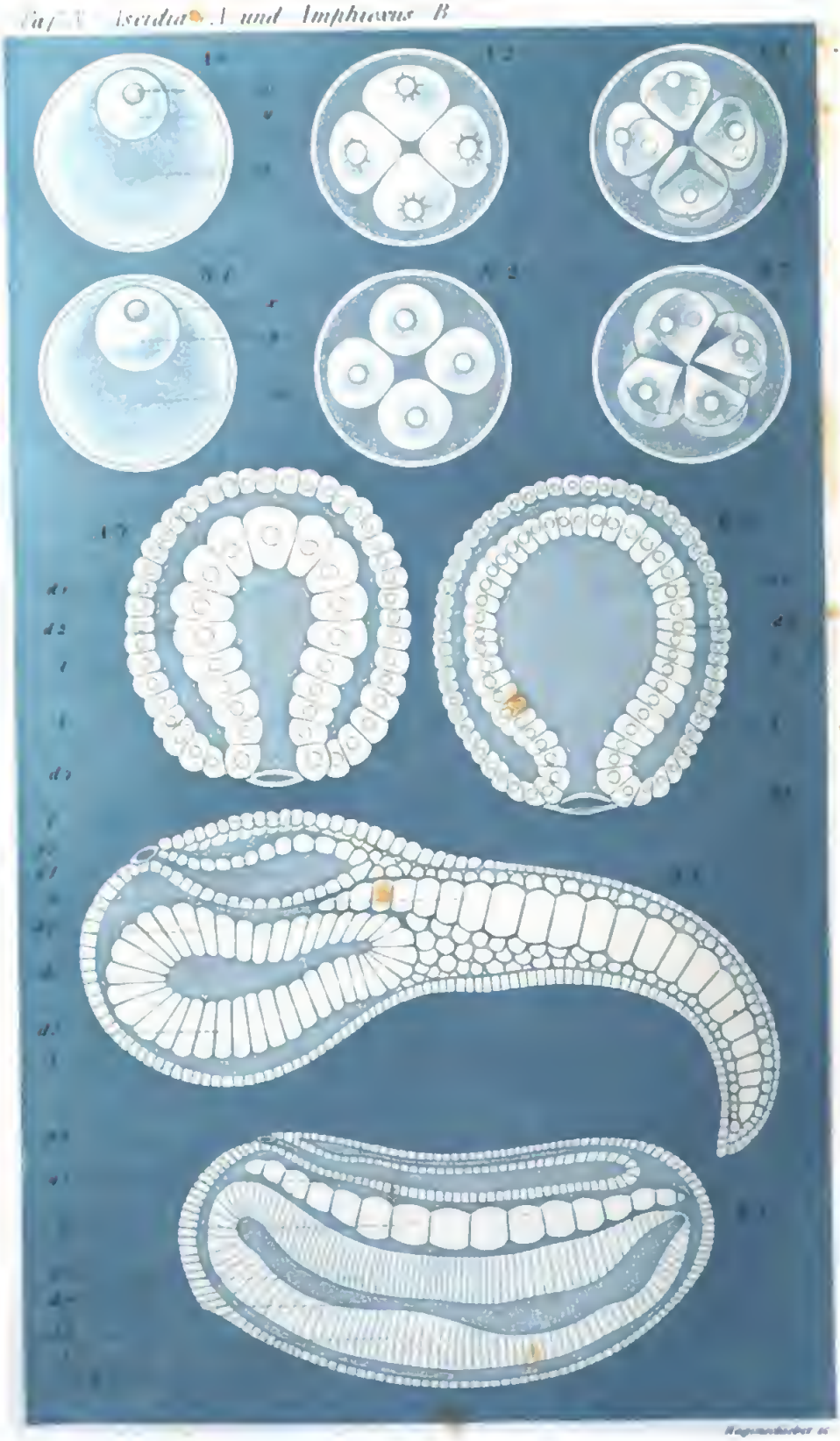
und das Rückenmark. Der Rückenſtrang (Chorda dorsalis) iſt ein cylindriſcher, vorn und hinten zugeſpitzter, grader Knorpelſtab, welcher die centrale Axe des inneren Skelets, und die Grundlage der Wirbelſäule bildet. Unmittelbar über dieſem Rückenſtrang, auf der Rückenſeite deſſelben, liegt das Rückenmark (Medulla spinalis), ebenfalls urſprünglich ein grader, vorn und hinten zugeſpitzter, inwendig aber hohler Strang, welcher das Hauptſtück und Centrum des Nervenſyſtems bei allen Wirbelthieren bildet (vergl. oben S. 270). Bei allen Wirbelthieren ohne Ausnahme, auch den Menſchen mit inbegriffen, werden dieſe wichtigſten Körpertheile während der embryonalen Entwickelung aus dem Ei urſprünglich in derſelben einfachſten Form angelegt, welche ſie beim Amphioxus zeitlebens behalten. Erſt ſpäter entwickelt ſich durch Auftreibung des vorderen Endes aus dem Rückenmark das Gehirn, und aus dem Rückenſtrang der das Gehirn umſchließende Schädel. Da bei dem Amphioxus dieſe beiden wichtigen Organe gar nicht zur Entwickelung gelangen, ſo können wir die durch ihn vertretene Thierklaſſe mit Recht als Schädelloſe (Acrania) bezeichnen, im Gegenſatz zu allen übrigen, den Schädelthieren (Craniota). Gewöhnlich werden die Schädelloſen Rohrherzen oder Röhrenherzen (Leptocardia) genannt, weil ein centraliſirtes Herz noch fehlt, und das Blut durch die Zuſammenziehungen der röhrenförmigen Blutgefäße ſelbſt im Körper umhergetrieben wird. Die Schädelthiere, welche dagegen ein centraliſirtes, beutelförmiges Herz beſitzen, müßten dann im Gegenſatz dazu Beutelherzen oder Centralherzen (Pachycardia) genannt werden.

Offenbar haben ſich die Schädelthiere oder Centralherzen erſt in ſpäterer Primordialzeit aus Schädelloſen oder Rohrherzen, welche dem Amphioxus nahe ſtanden, allmählich entwickelt. Darüber läßt uns die Ontogenie der Schädelthiere nicht in Zweifel. Wo ſtammen nun aber dieſe Schädelloſen ſelbſt her? Auf dieſe wichtige Frage hat uns, wie ich ſchon im vorletzten Vortrage erwähnte, erſt die jüngſte Zeit eine höchſt überraſchende Antwort gegeben. Aus den 1867 veröffentlichten Unterſuchungen von Kowalewski über die individuelle Entwickelung

des Amphioxus und der festsitzenden Seescheiden (Ascidiae) [aus der Klasse der Manteltiere (Tunicata)] hat sich ergeben, daß die Ontogenie dieser beiden ganz verschiedenen Thierformen in ihrer ersten Jugend merkwürdig übereinstimmt. Die frei umherschwimmenden Larven der Ascidien (Taf. X, Fig. A) entwickeln die unzweifelhafte Anlage zum Rückenmark und zum Rückenstrang, und zwar ganz in derselben Weise, wie der Amphioxus (Taf. X, Fig. B). Allerdings bilden sie diese wichtigsten Organe des Wirbelthierkörpers späterhin nicht weiter aus. Vielmehr gehen sie eine rückschreitende Verwandlung ein, setzen sich auf dem Meeresboden fest, und wachsen zu unförmlichen Klumpen aus, in denen man kaum noch bei äußerer Betrachtung ein Thier vermuthet (Taf. XI, Fig. A). Allein das Rückenmark, als die Anlage des Centralnervensystems, und der Rückenstrang, als die erste Grundlage der Wirbelsäule, sind so wichtige, den Wirbelthieren so ausschließlich eigenthümliche Organe, daß wir daraus sicher auf die wirkliche Blutsverwandtschaft der Wirbelthiere mit den Manteltieren schließen können. Natürlich wollen wir damit nicht sagen, daß die Wirbelthiere von den Manteltieren abstammen, sondern nur, daß beide Gruppen aus gemeinsamer Wurzel entsprossen sind, und daß die Manteltiere von allen Wirbellosen diejenigen sind, welche die nächste Blutsverwandtschaft zu den Wirbelthieren besitzen. Offenbar haben sich während der Primordialzeit die echten Wirbelthiere (und zwar zunächst die Schädellosen) aus einer Würmergruppe fortschreitend entwickelt, aus welcher nach einer anderen, rückschreitenden Richtung hin die degenerirten Manteltiere hervorgingen. (Vergl. die nähere Erklärung von Taf. X und XI im Anhang.)

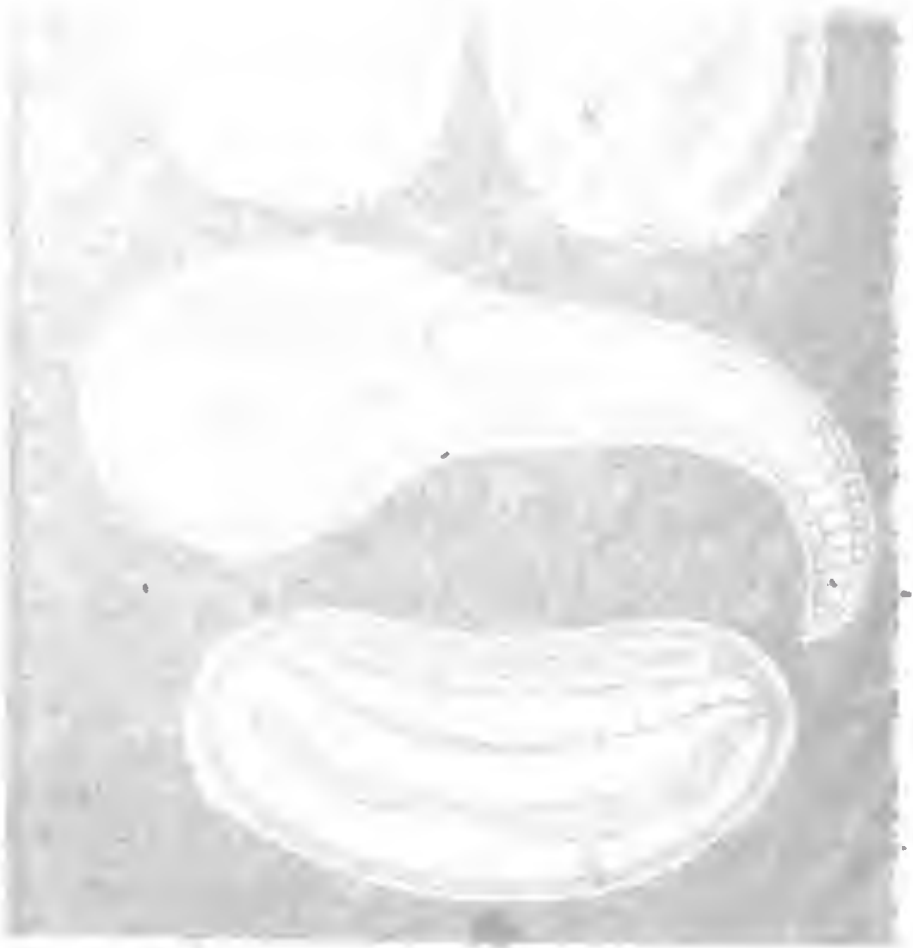
Aus den Schädellosen hat sich zunächst eine zweite niedere Klasse von Wirbelthieren entwickelt, welche noch tief unter den Fischen steht, und welche in der Gegenwart nur durch die Inger (Myxinoiden) und Lampreten (Petromyzonten) vertreten wird. Auch diese Klasse konnte wegen des Mangels aller festen Körpertheile leider eben so wenig als die Schädellosen versteinerte Reste hinterlassen. Aus ihrer ganzen Organisation und Ontogenie geht aber deutlich hervor, daß

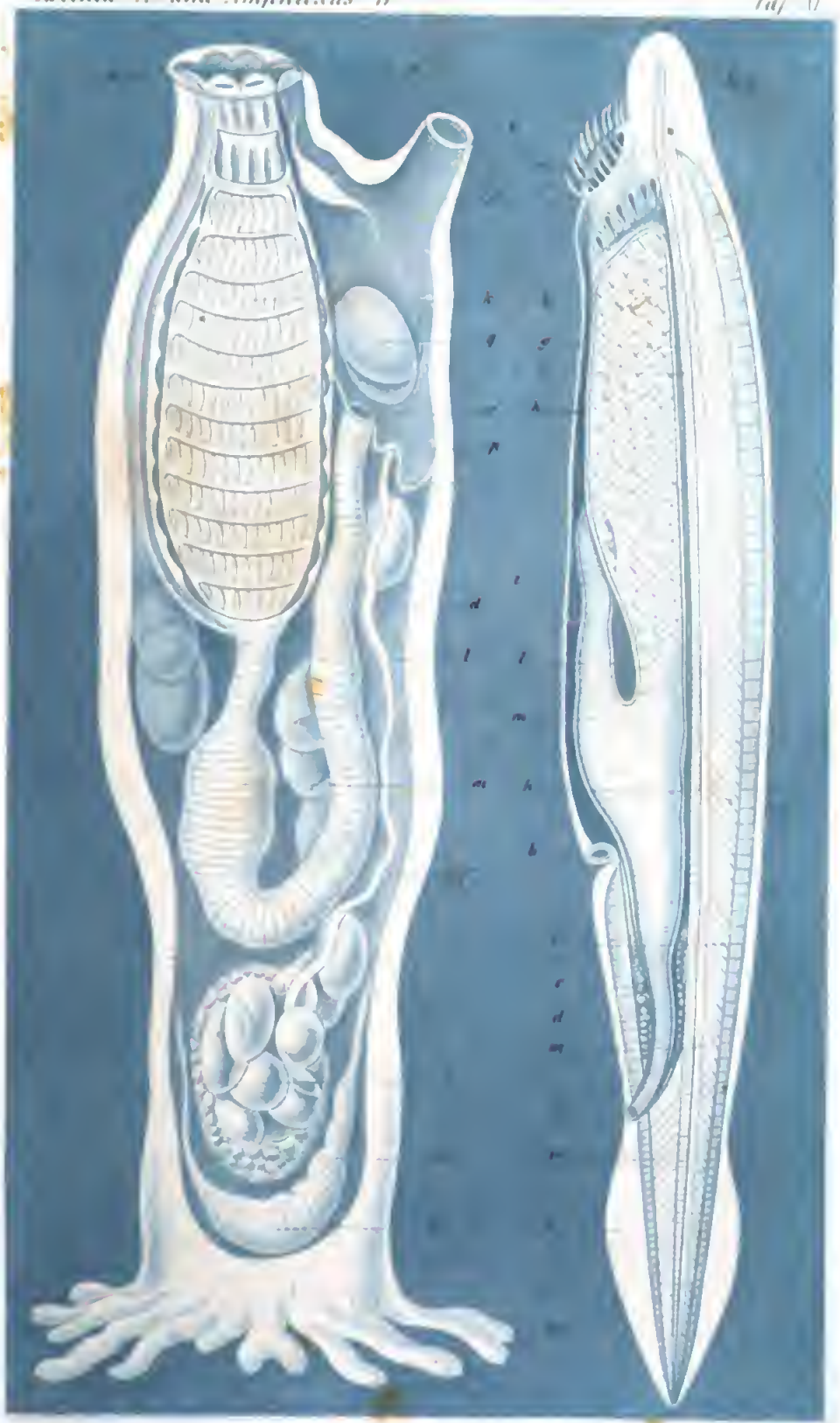
Taf. V. Ascidia A und Amphioxus B



Wagenschieber sc.

Digitized by Google





sie eine sehr wichtige Mittelstufe zwischen den Schädellosen und den Fischen darstellt, und daß die wenigen noch lebenden Glieder derselben nur die letzten überlebenden Reste von einer gegen Ende der Primordialzeit vermuthlich reich entwickelten Thiergruppe sind. Wegen des kreisrunden, zum Saugen verwendeten Maules, das die Inger und Lampreten besitzen, wird die ganze Klasse gewöhnlich Rundmäuler (Cyclostoma) genannt. Bezeichnender noch ist der Name Unpaarnasen (Monorrhina). Denn alle Cyclostomen besitzen ein einfaches unpaares Nasenrohr, während bei allen übrigen Wirbelthieren (wieder mit Ausnahme des Amphioxus) die Nase aus zwei paarigen Seitenhälften, einer rechten und linken Nase besteht. Wir konnten deshalb diese letzteren (Anamnien und Amnioten) auch als Paarnasen (Amphirrhina) zusammenfassen. Die Paarnasen besitzen sämmtlich ein ausgebildetes Kieferskelet (Oberkiefer und Unterkiefer), während dieses den Unpaarnasen gänzlich fehlt.

Auch abgesehen von der eigenthümlichen Nasenbildung und dem Mangel der Kieferbildung unterscheiden sich die Unpaarnasen von den Paarnasen noch durch viele andere Eigenthümlichkeiten. So fehlt ihnen namentlich ganz das wichtige sympathische Nervennetz der letzteren. Ebenso wenig besitzen sie die Milz und die Bauchspeicheldrüse der Paarnasen. Von der Schwimmblase und den beiden Beinpaaren, welche bei allen Paarnasen wenigstens in der ersten Anlage vorhanden sind, fehlt den Unpaarnasen (ebenso wie den Schädellosen) noch jede Spur. Es ist daher gewiß ganz gerechtfertigt, wenn wir sowohl die Monorrhinen als die Schädellosen gänzlich von den Fischen trennen, mit denen sie bis jetzt in herkömmlicher, aber irrthümlicher Weise vereinigt waren.

Die erste genauere Kenntniß der Monorrhinen oder Cyclostomen verdanken wir dem großen Berliner Zoologen Johannes Müller, dessen klassisches Werk über die „vergleichende Anatomie der Myxinoiden" die Grundlage unserer neueren Ansichten über den Bau der Wirbelthiere bildet. Er unterschied unter den Cyclostomen zwei verschiedene Gruppen, welchen wir den Werth von Unterklassen geben.

Systematische Uebersicht

der 4 Hauptklassen, 9 Klassen und 26 Unterklassen der Wirbelthiere.

Gen. Morph. Bd. II, Taf. VII, S. CXVI—CLX.

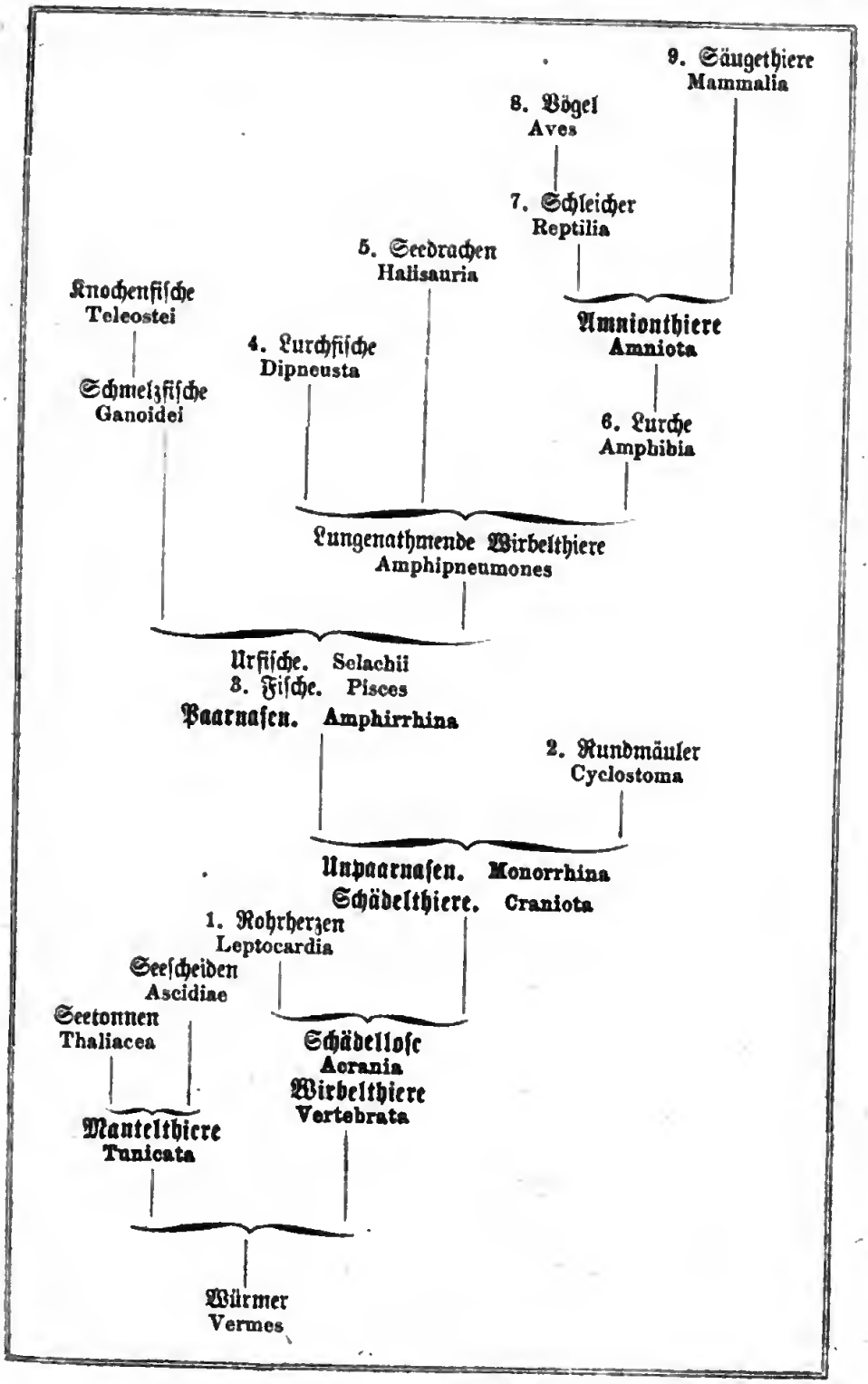
I. Schädellose (Acrania) oder Rohrherzen (Leptocardia)
Wirbelthiere ohne Kopf, ohne Schädel und Gehirn, ohne centralisirtes Herz.

1. Schädellose Acrania	I. Rohrherzen *Leptocardia*	1. Lanzetthiere	1. Amphioxida

II. Schädelthiere (Craniota) oder Centralherzen (Pachycardia)
Wirbelthiere mit Kopf, mit Schädel und Gehirn, mit centralisirtem Herzen.

Hauptklassen der Schädelthiere	Klassen der Schädelthiere	Unterklassen der Schädelthiere	Systematischer Name der Unterklassen
2. Unpaarnasen Monorrhina	II. Rundmäuler *Cyclostoma*	2. Inger oder Schleimfische	2. Hyperotreta (Myxinoida)
		3. Lampreten oder Pricken	3. Hyperoartia (Petromyzontia)
3. Amnionlose Anamnia	III. Fische *Pisces*	4. Urfische	4. Selachii
		5. Schmelzfische	5. Ganoides
		6. Knochenfische	6. Teleostei
	IV. Lurchfische *Dipneusta*	7. Molchfische	7. Protopteri
	V. Seedrachen *Halisauria*	8. Urdrachen	8. Simosauria
		9. Schlangendrachen	9. Plesiosauria
		10. Fischdrachen	10. Ichthyosauria
	VI. Lurche *Amphibia*	11. Panzerlurche	11. Phractamphibia
		12. Nacktlurche	12. Lissamphibia
4. Amnionthiere Amniota	VII. Schleicher *Reptilia*	13. Stammreptilien	13. Tocosauria
		14. Eidechsen	14. Lacertilia
		15. Schlangen	15. Ophidia
		16. Crocodile	16. Crocodilia
		17. Schildkröten	17. Chelonia
		18. Flugreptilien	18. Pterosauria
		19. Drachen	19. Dinosauria
		20. Schnabelreptilien	20. Anomodonta
	VIII. Vögel *Aves*	21. Fiederschwänzige	21. Saururae
		22. Fächerschwänzige	22. Carinatae
		23. Büschelschwänzige	23. Ratitae
	IX. Säugethiere *Mammalia*	24. Kloakenthiere	24. Monotrema
		25. Beutelthiere	25. Marsupialia
		26. Placentalthiere	26. Placentalia

Google


9. Säugethiere
Mammalia
8. Vögel
Aves
7. Schleicher
Reptilia
5. Seedrachen
Halisauria
Knochenfische
Teleostei
Amnionthiere
Amniota
4. Lurchfische
Dipneusta
Schmelzfische
Ganoidei
6. Lurche
Amphibia
Lungenathmende Wirbelthiere
Amphipneumones
Urfische. Selachii
3. Fische. Pisces
Paarnasen. Amphirrhina
2. Rundmäuler
Cyclostoma
Unpaarnasen. Monorrhina
Schädelthiere. Craniota
1. Rohrherzen
Leptocardia
Seescheiden
Ascidiae
Seetonnen
Thaliacea
Schädellose
Acrania
Wirbelthiere
Vertebrata
Manteltiere
Tunicata
Würmer
Vermes

Die erſte Unterklaſſe ſind die Inger oder Schleimfiſche (Hyperotreta oder Myxinoida). Sie leben im Meere ſchmarotzend auf anderen Fiſchen, in deren Haut ſie ſich einbohren (Myxine, Bdellostoma). Im Gehörorgan beſitzen ſie nur einen Ringcanal, und ihr unpaares Naſenrohr durchbohrt den Gaumen. Höher entwickelt iſt die zweite Unterklaſſe, die Lampreten oder Pricken (Hyperoartia oder Petromyzontia). Hierher gehören die allbekannten Flußpricken oder Neunaugen unſerer Flüſſe (Petromyzon fluviatilis), deren Bekanntſchaft Sie wohl Alle im marinirten Zuſtande ſchon gemacht haben. Im Meere werden dieſelben durch die mehrmals größeren Seepricken oder die eigentlichen Lampreten (Petromyzon marinus) vertreten. Bei dieſen Unpaarnaſen durchbohrt das Naſenrohr den Gaumen nicht, und im Gehörorgan finden ſich zwei Ringcanäle.

Alle Wirbelthiere, welche jetzt noch leben, mit Ausnahme der eben betrachteten Monorrhinen und des Amphioxus, gehören zu derjenigen Hauptgruppe, welche wir als Paarnaſen (Amphirrhina) bezeichneten. Alle dieſe Thiere beſitzen (trotz der großen Mannichfaltigkeit in ihrer ſonſtigen Bildung) eine aus zwei paarigen Seitenhälften beſtehende Naſe, ein Kieferſkelet, ein ſympathiſches Nervennetz, drei Ringcanäle im Gehörorgan, eine Milz und eine Bauchſpeicheldrüſe. Alle Paarnaſen beſitzen ferner eine blaſenförmige Ausſtülpung des Schlundes, welche ſich bei den Fiſchen zur Schwimmblaſe, bei den übrigen Paarnaſen zur Lunge entwickelt hat. Endlich iſt urſprünglich bei allen Paarnaſen die Anlage von zwei paar Extremitäten oder Gliedmaßen vorhanden, ein paar Vorderbeine oder Bruſtfloſſen, und ein paar Hinterbeine oder Bauchfloſſen. Allerdings iſt bisweilen das eine Beinpaar (z. B. bei den Aalen und Walfiſchen) oder beide Beinpaare (z. B. bei den Caecilien und Schlangen) verkümmert oder gänzlich verloren gegangen; aber ſelbſt in dieſen Fällen iſt wenigſtens die Spur ihrer urſprünglichen Anlage in früher Embryonalzeit zu finden, oder es bleiben unnütze Reſte derſelben als rudimentäre Organe durch das ganze Leben beſtehen (vergl. oben S. 13).

Aus allen diesen wichtigen Anzeichen können wir mit voller Sicherheit schließen, daß sämmtliche Paarnasen von einer einzigen gemeinschaftlichen Stammform abstammen, welche während der Primordialzeit direct oder indirect sich aus den Monorrhinen entwickelt hatte. Diese Stammform muß die eben angeführten Organe, namentlich auch die Anlage zur Schwimmblase und zu zwei Beinpaaren oder Flossenpaaren besessen haben. Von allen jetzt lebenden Paarnasen stehen offenbar die niedersten Formen der Haifische dieser längst ausgestorbenen, unbekannten, hypothetischen Stammform, welche wir als Stammpaarnasen oder Vorfische (Proselachii) bezeichnen können, am nächsten (vergl. Taf. XII). Wir dürfen daher die Gruppe der Urfische oder Selachier, in deren Rahmen diese Proselachier vermuthlich hineingepaßt haben, als die Stammgruppe nicht allein für die Fischklasse, sondern für die ganze Hauptklasse der Paarnasen betrachten.

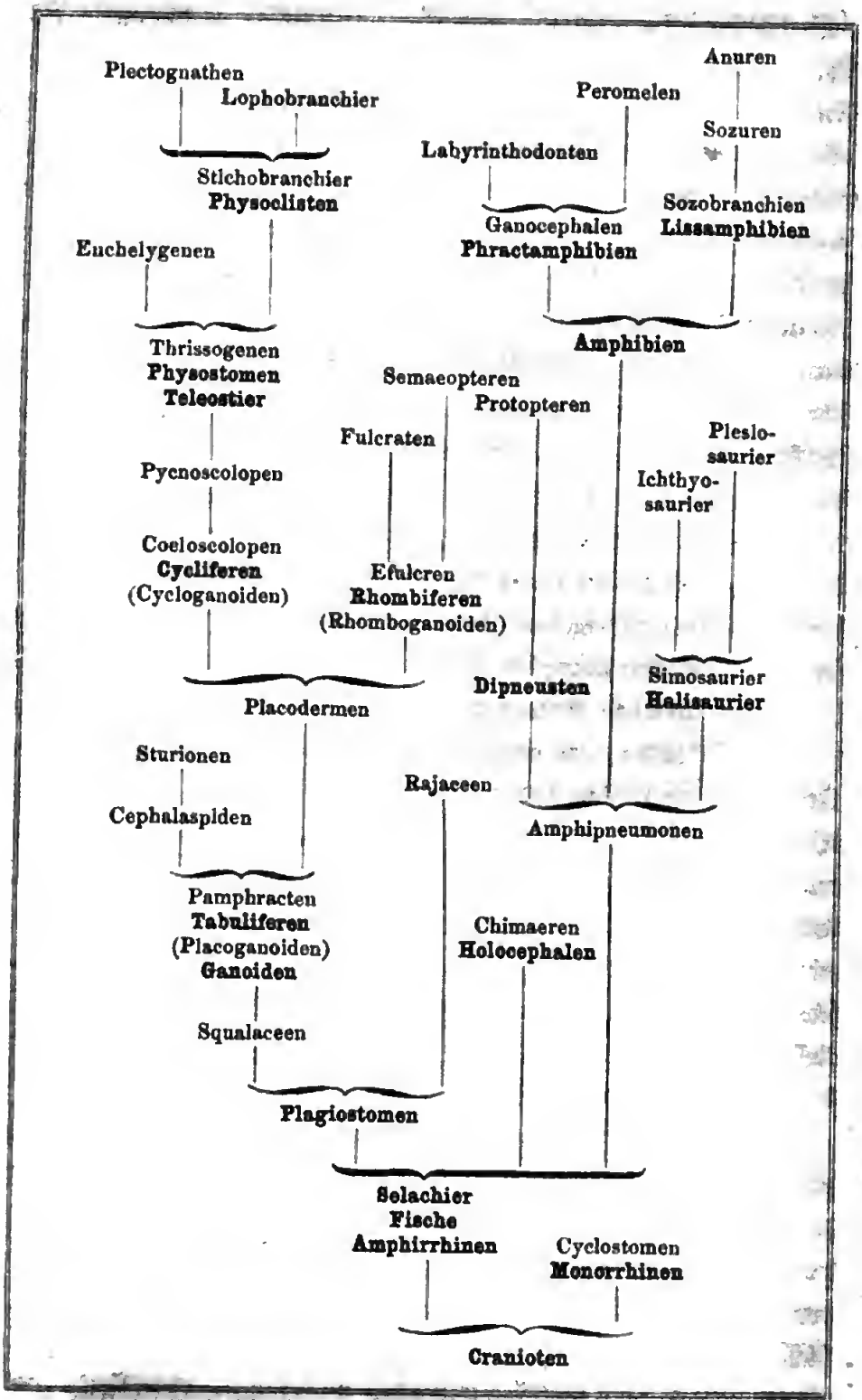
Die Klasse der Fische (Pisces), mit welcher wir demgemäß die Reihe der Paarnasen beginnen, unterscheidet sich von den übrigen sechs Klassen dieser Reihe vorzüglich dadurch, daß die Schwimmblase niemals zur Lunge entwickelt, vielmehr nur als hydrostatischer Apparat thätig ist. In Uebereinstimmung damit finden wir den Umstand, daß die Nase bei den Fischen durch zwei blinde Gruben vorn auf der Schnauze gebildet wird, welche niemals den Gaumen durchbohren und in die Rachenhöhle münden. Dagegen sind die beiden Nasenhöhlen bei den übrigen sechs Klassen der Paarnasen zu Luftwegen umgebildet, welche den Gaumen durchbohren, und so den Lungen Luft zuführen. Die echten Fische (nach Ausschluß der Dipneusten) sind demnach die einzigen Paarnasen, welche ausschließlich durch Kiemen, und niemals durch Lungen athmen. Sie leben dem entsprechend alle im Wasser und ihre beiden Beinpaare haben die ursprüngliche Form von rudernden Flossen beibehalten.

Die echten Fische werden in drei verschiedene Unterklassen eingetheilt, in die Urfische, Schmelzfische und Knochenfische. Die älteste von diesen, welche die ursprüngliche Form am getreuesten bewahrt hat, ist diejenige der Urfische (Selachii). Davon leben heutzutage

Syſtematiſche Ueberſicht

der ſieben Legionen und fünfzehn Ordnungen der Fiſchklaſſe.

Unterklaſſen der Fiſchklaſſe	Legionen der Fiſchklaſſe	Ordnungen der Fiſchklaſſe	Beiſpiele aus den Ordnungen
A. Urfiſche *Selachii*	I. Quermäuler *Plagiostomi*	1. Haifiſche *Squalacei*	Stachelhai, Menſchenhai, u. ſ. w.
		2. Rochen *Rajacei*	Stachelrochen, Zitterrochen, u. ſ. w.
	II. Seekatzen *Holocephali*	3. Seekatzen *Chimaeracei*	Chimären, Kalorrhynchen, u. ſ. w.
B. Schmelzfiſche *Ganoides*	III. Gepanzerte Schmelzfiſche *Tabuliferi*	4. Schildkrötenfiſche *Pamphracti*	Cephalaspiden, Placodermen, u. ſ. w.
		5. Störfiſche *Sturiones*	Löffelſtör, Stör, Hauſen, u. ſ. w.
	IV. Eckſchuppige Schmelzfiſche *Rhombiferi*	6. Schindelloſe *Efulcri*	Doppelfloſſer, Pflaſterzähner, u. ſ. w.
		7. Schindelfloſſige *Fulcrati*	Paläoniskeu, Knochenhechte, u. ſ. w.
		8. Fahnenfloſſige *Semaeopteri*	Afrikaniſcher Flöſſelhecht, u. ſ. w.
	V. Rundſchuppige Schmelzfiſche *Cycliferi*	9. Hohlgrätenfiſche *Coeloscolopes*	Holoptychier, Coelacanthiden, u. ſ. w.
		10. Dichtgrätenfiſche *Pycnoscolopes*	Coccolepiden, Amiaden, u. ſ. w.
C. Knochenfiſche *Teleostei*	VI. Knochenfiſche mit Luftgang der Schwimmblaſe *Physostomi*	11. Häringsartige *Thrissogenes*	Häringe, Lachſe, Karpfen, Welſe, u. ſ. w.
		12. Aalartige *Enchelygenes*	Aale, Schlangenaale, Zitteraale, u. ſ. w.
	VII. Knochenfiſche ohne Luftgang der Schwimmblaſe *Physoclisti*	13. Reihenkiemer *Stichobranchii*	Barſche, Lippfiſche, Dorſche, Schollen, u. ſ. w.
		14. Heftkiefer *Plectognathi*	Kofferfiſche, Igelfiſche, u. ſ. w.
		15. Büſchelkiemer *Lophobranchii*	Seenadeln, Seepferdchen, u. ſ. w.


Plectognathen
Lophobranchier
Stichobranchier
Physoclisten
Anuren
Peromelen
Sozuren
Labyrinthodonten
Sozobranchien
Lissamphibien
Ganocephalen
Phractamphibien
Enchelygenen
Amphibien
Thrissogenen
Physostomen
Teleostier
Semaeopteren
Protopteren
Fulcraten
Plesio-
saurier
Pycnoscolopen
Ichthyo-
saurier
Coeloscolopen
Cycliferen
(Cycloganoiden)
Efulcren
Rhombiferen
(Rhomboganoiden)
Dipneusten
Simosaurier
Halisaurier
Placodermen
Sturionen
Rajaceen
Cephalaspiden
Amphipneumonen
Pamphracten
Tabuliferen
(Placoganoiden)
Ganoiden
Chimaeren
Holocephalen
Squalaceen
Plagiostomen
Selachier
Fische
Amphirrhinen
Cyclostomen
Monorrhinen
Cranioten

noch die Haifische (Squali) und Rochen (Rajae), welche man als Quermäuler (Plagiostomi) zusammenfaßt, sowie die seltsame Fischform der abenteuerlich gestalteten Seekatzen oder Chimären (Holocephali oder Chimaeracei). Aber diese Urfische der Gegenwart, welche in allen Meeren vorkommen, sind nur schwache Reste von der gestaltenreichen und herrschenden Thiergruppe, welche die Selachier in früheren Zeiten der Erdgeschichte, und namentlich während der paläolithischen Zeit bildeten. Leider besitzen alle Urfische ein knorpeliges, niemals vollständig verknöchertes Skelet, welches der Versteinerung nur wenig oder gar nicht fähig ist. Die einzigen harten Körpertheile, welche in fossilem Zustande sich erhalten konnten, sind die Zähne und die Flossenstacheln. Diese finden sich aber in solcher Menge, Formenmannichfaltigkeit und Größe in den älteren Formationen vor, daß wir daraus mit Sicherheit auf eine höchst beträchtliche Entwickelung der Urfische in jener altersgrauen Vorzeit schließen können. Sie finden sich sogar schon in den silurischen Schichten, welche von anderen Wirbelthieren nur schwache Reste von Schmelzfischen (und diese erst in den jüngsten Schichten, im oberen Silur) einschließen. Von den drei Ordnungen der Urfische sind die bei weitem wichtigsten und interessantesten die Haifische, welche wahrscheinlich unter allen lebenden Paarnasen der ursprünglichen Stammform der ganzen Gruppe, den Proselachiern, am nächsten stehen. Aus diesen Proselachiern, welche von echten Haifischen wohl nur wenig verschieden waren, haben sich wahrscheinlich nach einer Richtung hin die Schmelzfische und die heutigen Urfische, nach einer anderen Richtung hin die Dipneusten, Seedrachen und Amphibien entwickelt.

Die Schmelzfische (Ganoides) stehen in anatomischer Beziehung vollständig in der Mitte zwischen den Urfischen einerseits und den Knochenfischen andrerseits. In vielen Merkmalen stimmen sie mit jenen, in vielen anderen mit diesen überein. Wir ziehen daraus den Schluß, daß sie auch genealogisch den Uebergang von den Urfischen zu den Knochenfischen vermittelten. In noch höherem Maaße, als die Urfische, sind auch die Ganoiden heutzutage größtentheils aus-

gestorben, wogegen sie während der ganzen paläolithischen und mesolithischen Zeit in großer Mannichfaltigkeit und Masse entwickelt waren. Nach der verschiedenen Form der äußeren Hauptbedeckung theilt man die Schmelzfische in drei Legionen: Gepanzerte, Eckschuppige und Rundschuppige. Die gepanzerten Schmelzfische (Tabuliferi) sind die ältesten und schließen sich unmittelbar an die Selachier an, aus denen sie entsprungen sind. Fossile Reste von ihnen finden sich, obwohl selten, bereits im oberen Silur vor (Pteraspis ludensis aus den Ludlowschichten). Riesige, gegen 30 Fuß lange Arten derselben, mit mächtigen Knochentafeln gepanzert, finden sich namentlich im devonischen System. Heute aber lebt von dieser Legion nur noch die kleine Ordnung der Störfische (Sturiones), nämlich die Löffelstöre (Spatularides), und die Störe (Accipenserides), zu denen u. A. der Hausen gehört, welcher uns den Fischleim oder die Hausenblase liefert, der Stör und Sterlett, deren Eier wir als Caviar verzehren u. s. w. Aus den gepanzerten Schmelzfischen haben sich wahrscheinlich als zwei divergente Zweige die eckschuppigen und die rundschuppigen entwickelt. Die eckschuppigen Schmelzfische (Rhombiferi), welche man durch ihre viereckigen oder rhombischen Schuppen auf den ersten Blick von allen anderen Fischen unterscheiden kann, sind heutzutage nur noch durch wenige Ueberbleibsel vertreten, nämlich durch den Flösselhecht (Polypterus) in afrikanischen Flüssen (vorzüglich im Nil), und durch den Knochenhecht (Lepidosteus) in amerikanischen Flüssen. Aber während der paläolithischen und der ersten Hälfte der mesolithischen Zeit bildete diese Legion die Hauptmasse der Fische. Weniger formenreich war die dritte Legion, die rundschuppigen Schmelzfische (Cycliferi), welche vorzugsweise während der Devonzeit und Steinkohlenzeit lebten. Jedoch war diese Legion, von der heute nur noch der Kahlhecht (Amia) in nordamerikanischen Flüssen übrig ist, insofern viel wichtiger, als sich aus ihnen die dritte Unterklasse der Fische, die Knochenfische, entwickelten.

Die Knochenfische (Teleostei) bilden in der Gegenwart die Hauptmasse der Fischklasse. Es gehören dahin die allermeisten See-

fische, und alle unsere Süßwasserfische, mit Ausnahme der eben erwähnten Schmelzfische. Wie zahlreiche Versteinerungen deutlich beweisen, ist diese Klasse erst um die Mitte des mesolithischen Zeitalters aus den Schmelzfischen, und zwar aus den rundschuppigen oder Cycliferen entstanden. Die Thrissopiden der Jurazeit (Thrissops, Leptolepis, Tharsis), welche unseren heutigen Häringen am nächsten stehen, sind wahrscheinlich die ältesten von allen Knochenfischen, und unmittelbar aus den rundschuppigen Schmelzfischen, welche der heutigen Amia nahe standen, hervorgegangen. Bei den älteren Knochenfischen, den Physostomen war, ebenso wie bei den Ganoiden, die Schwimmblase noch zeitlebens durch einen bleibenden Luftgang (eine Art Luftröhre) mit dem Schlunde in Verbindung. Das ist auch heute noch bei den zu dieser Gruppe gehörigen Häringen, Lachsen, Karpfen, Welsen, Aalen u. s. w. der Fall. Während der Kreidezeit trat aber bei einigen Physostomen eine Verwachsung, ein Verschluß jenes Luftganges ein, und dadurch wurde die Schwimmblase völlig von dem Schlunde abgeschnürt. So entstand die zweite Legion der Knochenfische, die der Physokliſten, welche erst während der Tertiärzeit ihre eigentliche Ausbildung erreichte, und bald an Mannichfaltigkeit bei weitem die Physostomen übertraf. Es gehören hierher die meisten Seefische der Gegenwart, namentlich die umfangreichen Familien der Dorsche, Schollen, Thunfische, Lippfische, Umberfische u. s. w., ferner die Hefkiefer (Kofferfische und Igelfische) und die Büschelkiemer (Seenadeln und Seepferdchen). Dagegen sind unter unseren Flußfischen nur wenige Physokliſten, z. B. der Barsch und der Stichling; die große Mehrzahl der Flußfische sind Physostomen.

Zwischen den echten Fischen und den Amphibien mitten inne steht die merkwürdige Klasse der Lurchfische oder Molchfische (Dipneusta oder Protopteri). Davon leben heute nur noch wenige Repräsentanten, nämlich der amerikanische Molchfisch (Lepidosiren paradoxa) im Gebiete des Amazonenstroms, und der afrikanische Molchfisch (Protopterus annectens) in verschiedenen Gegenden Afrikas. Während der trocknen Jahreszeit, im Sommer, vergraben sich diese

seltsamen Thiere in den eintrocknenden Schlamm, in ein Nest von Blättern, und athmen dann Luft durch Lungen, wie die Amphibien. Während der nassen Jahreszeit aber, im Winter, leben sie in Flüssen und Sümpfen, und athmen Wasser durch Kiemen, gleich den Fischen. Aeußerlich gleichen sie aalförmigen Fischen, und sind wie diese mit Schuppen bedeckt; auch in manchen Eigenthümlichkeiten ihres inneren Baues, des Skelets, der Extremitäten ꝛc. gleichen sie mehr den Fischen, als den Amphibien. In anderen Merkmalen dagegen stimmen sie mehr mit den letzteren überein, vor allen in der Bildung der Lungen, der Nase und des Herzens. Aus diesen Gründen herrscht unter den Zoologen ein ewiger Streit darüber, ob die Lurchfische eigentlich Fische oder Amphibien seien. Ebenso ausgezeichnete Zoologen haben sich für die eine, wie für die andere Ansicht ausgesprochen. In der That sind sie wegen der vollständigen Mischung des Charakters weder das eine noch das andere, und werden wohl am richtigsten als eine besondere Wirbelthierklasse aufgefaßt, welche den Uebergang zwischen jenen beiden Klassen vermittelt. Die heute noch lebenden Dipneusten sind wahrscheinlich die letzten überlebenden Reste einer vormals formenreichen Gruppe, welche aber wegen Mangels fester Skelettheile keine versteinerten Spuren hinterlassen konnte. Sie verhalten sich in dieser Beziehung ganz ähnlich den Monorrhinen und den Leptocardiern, mit denen sie gewöhnlich zu den Fischen gerechnet werden. Vielleicht sind ausgestorbene Dipneusten der paläolithischen Periode, welche sich in devonischer Zeit aus Urfischen entwickelt hatten, als die Stammformen der Amphibien, und somit auch aller höheren Wirbelthiere zu betrachten. Mindestens werden die unbekannten Uebergangsformen von den Urfischen zu den Amphibien, welche wir als Stammgruppe der letzteren zu betrachten haben, den Dipneusten wohl sehr ähnlich gewesen sein.

Eine ganz eigenthümliche Wirbelthierklasse, welche schon längst ausgestorben ist und bloß während der Sekundärzeit gelebt zu haben scheint, bilden die merkwürdigen Seedrachen (Halisauria oder Enaliosauria, auch wohl Schwimmfüßer oder Nezipoden genannt). Diese furchtbaren Raubthiere bevölkerten die mesolithischen Meere in großen

Mengen und in höchst sonderbaren Formen, zum Theil von 30—40 Fuß Länge. Sehr zahlreiche und vortrefflich erhaltene Versteinerungen und Abdrücke sowohl von ganzen Seedrachen als von einzelnen Theilen derselben, haben uns mit ihrem Körperbau jetzt sehr genau bekannt gemacht. Gewöhnlich werden dieselben zu den Reptilien oder Schleichern gestellt, während einige Anatomen ihnen einen viel tieferen Rang, in unmittelbarem Anschluß an die Fische, anweisen. Die kürzlich veröffentlichten Untersuchungen von Gegenbaur, welche vor allen die maßgebende Bildung der Gliedmaßen in das rechte Licht setzen, haben dagegen zu dem überraschenden Resultate geführt, daß die Seedrachen eine ganz isolirt stehende Gruppe bilden, weit entfernt sowohl von den Reptilien und Amphibien, als von den eigentlichen Fischen. Die Skeletbildung ihrer vier Beine, welche zu kurzen, breiten Ruderflossen umgeformt sind (ähnlich wie bei den Fischen und Walfischen), liefert den klaren Beweis, daß sich die Halisaurier früher als die Amphibien von dem Wirbelthierstamme abgezweigt haben. Denn die Amphibien sowohl als die drei höheren Wirbelthierklassen stammen alle von einer gemeinsamen Stammform ab, welche an jedem Beine nur fünf Zehen oder Finger besaß. Die Seedrachen dagegen besitzen (entweder deutlich entwickelt oder doch in der Anlage des Fußskelets ausgeprägt) mehr als fünf Finger, wie die Urfische. Andererseits haben sie Luft durch Lungen, wie die Dipneusten geathmet, trotzdem sie beständig im Meere umherschwammen. Sie haben sich daher, vielleicht im Zusammenhang mit den Lurchfischen, von den Selachiern abgezweigt, aber nicht weiter in höhere Wirbelthiere fortgesetzt. Sie bilden eine ausgestorbene Seitenlinie.

Die genauer bekannten Seedrachen vertheilen sich auf drei, ziemlich stark von einander sich entfernende Ordnungen, die Urdrachen, Fischdrachen und Schlangendrachen. Die Urdrachen (Simosauria) sind die ältesten Seedrachen und lebten bloß während der Triasperiode. Besonders häufig findet man ihre Skelete im Muschelkalk, und zwar zahlreiche verschiedene Gattungen. Sie scheinen im Ganzen den Plesiosauren sehr ähnlich gewesen zu sein und werden daher wohl

auch mit diesen zu einer Ordnung (Sauropterygia) vereinigt. Die Schlangendrachen (Plesiosauria) lebten zusammen mit den Ichthyosauren in der Jura- und Kreidezeit. Sie zeichneten sich durch einen ungemein langen und schlanken Hals aus, welcher oft länger als der ganze Körper war und einen kleinen Kopf mit kurzer Schnauze trug. Wenn sie den Hals gebogen aufrecht trugen, werden sie einem Schwane sehr ähnlich gewesen sein; aber statt der Flügel und Beine hatten sie zwei paar kurze, platte, ovale Ruderflossen.

Ganz anders war die Körperform der Fischdrachen (Ichthyosauria), welche auch wohl als Fischflosser (Ichthyopterygia) den beiden vorigen Ordnungen entgegengesetzt werden. Sie besaßen einen sehr starken und langgestreckten Fischrumpf und einen schweren Kopf mit verlängerter platter Schnauze, dagegen einen sehr kurzen Hals. Sie werden äußerlich gewissen Delphinen sehr ähnlich gewesen sein. Der Schwanz ist bei ihnen sehr lang, bei den vorigen dagegen sehr kurz. Auch die beiden Paar Ruderflossen sind breiter und zeigen einen wesentlich anderen Bau. Vielleicht haben sich die Fischdrachen und die Schlangendrachen als zwei divergente Zweige aus den Urdrachen entwickelt. Vielleicht haben aber auch die Simosaurier bloß den Plesiosauriern den Ursprung gegeben, während die Ichthyosaurier sich tiefer von dem gemeinsamen Stamme abgezweigt haben. Jedenfalls sind sie alle direct oder indirect von den Selachiern abzuleiten.

Die nun folgenden Wirbelthierklassen, nämlich die Amphibien und die Amnioten (Reptilien, Vögel und Säugethiere) lassen sich alle auf Grund ihrer charakteristischen fünfzehigen Fußbildung (Pentadactylie) von einer gemeinsamen, aus den Selachiern entsprungenen Stammform ableiten, welche an jeder der vier Gliedmaßen fünf Zehen besaß. Wenn hier weniger als fünf Zehen ausgebildet sind, so müssen die fehlenden im Laufe der Zeit durch Anpassung verloren gegangen sein. Die ältesten uns bekannten von diesen fünfzehigen Vertebraten sind die Lurche (Amphibia). Wir theilen diese Klasse in zwei Unterklassen ein, in die Panzerlurche und Nackt-

lurche, von denen die ersteren durch die Bedeckung des Körpers mit Knochentafeln oder Schuppen ausgezeichnet sind.

Die erste und ältere Unterklasse der Amphibien bilden die Panzerlurche (Phractamphibia), die ältesten landbewohnenden Wirbelthiere, von denen uns fossile Reste erhalten sind. Wohlerhaltene Versteinerungen derselben finden sich schon in der Steinkohle vor, nämlich die den Fischen noch am nächsten stehenden Schmelzköpfe (Ganocephala), der Archegosaurus von Saarbrücken, und das Dendrerpeton aus Nordamerika. Auf diese folgen dann später die riesigen Wickelzähner (Labyrinthodonta), schon im permischen System durch Zygosaurus, später aber vorzüglich in der Trias durch Mastodonsaurus, Trematosaurus, Kapitosaurus u. s. w. vertreten. Diese furchtbaren Raubthiere scheinen in der Körperform zwischen den Krokodilen, Salamandern und Fröschen in der Mitte gestanden zu haben, waren aber den beiden letzteren mehr durch ihren inneren Bau verwandt, während sie durch die feste Panzerbedeckung mit starken Knochentafeln den ersteren glichen. Schon gegen Ende der Triaszeit scheinen diese gepanzerten Riesenlurche ausgestorben zu sein. Aus der ganzen folgenden Zeit kennen wir keine Versteinerungen von Panzerlurchen. Daß diese Unterklasse jedoch während dessen noch lebte und niemals ganz ausstarb, beweisen die heute noch lebenden Blindwühlen oder Caecilien (Peromela), kleine beschuppte Phraktamphibien von der Form und Lebensweise des Regenwurms.

Die zweite Unterklasse der Amphibien, die Nacktlurche (Lissamphibia), entstanden wahrscheinlich schon während der primären oder secundären Zeit, obgleich wir fossile Reste derselben erst aus der Tertiärzeit kennen. Sie unterscheiden sich von den Panzerlurchen durch ihre nackte, glatte, schlüpfrige Haut, welche jeder Schuppen- oder Panzerbedeckung entbehrt. Sie entwickelten sich vermuthlich entweder aus einem Zweige der Phraktamphibien oder aus gemeinsamer Wurzel mit diesen. Die drei Ordnungen von Nacktlurchen, welche noch jetzt leben, die Kiemenlurche, Schwanzlurche und Froschlurche, wiederholen uns noch heutzutage in ihrer individuellen Entwickelung

sehr deutlich den historischen Entwickelungsgang der ganzen Unterklasse. Die ältesten Formen sind die Kiemenlurche (Sozobranchia), welche zeitlebens auf der ursprünglichen Stammform der Nacktlurche stehen bleiben und einen langen Schwanz nebst wasserathmenden Kiemen beibehalten. Sie stehen am nächsten den Dipneusten, von denen sie sich aber schon äußerlich durch den Mangel des Schuppenkleides unterscheiden. Die meisten Kiemenlurche leben in Nordamerika, unter anderen der früher erwähnte Axolotl oder Siredon (vergl. oben S. 215). In Europa ist diese Ordnung nur durch eine Form vertreten, durch den berühmten Olm (Proteus anguineus), welcher die Adelsberger Grotte und andere Höhlen Krains bewohnt, und durch den Aufenthalt im Dunkeln rudimentäre Augen bekommen hat, die nicht mehr sehen können (s. oben S. 13). Aus den Kiemenlurchen hat sich durch Verlust der äußeren Kiemen die Ordnung der Schwanzlurche (Sozura) entwickelt, zu welcher unser schwarzer, gelbgefleckter Landsalamander (Salamandra maculata) und unsere flinken Wassermolche (Triton) gehören. Manche von ihnen, z. B. der berühmte Riesenmolch von Japan (Cryptobranchus japonicus) haben noch die Kiemenspalte beibehalten, trotzdem sie die Kiemen selbst verloren haben. Alle aber behalten den Schwanz zeitlebens. Bisweilen conserviren die Tritonen auch die Kiemen und bleiben so ganz auf der Stufe der Kiemenlurche stehen, wenn man sie nämlich zwingt, beständig im Wasser zu bleiben (vergl. oben S. 215). Die dritte Ordnung, die Schwanzlosen oder Froschlurche (Anura), verlieren bei der Metamorphose nicht nur die Kiemen, durch welche sie in früher Jugend (als sogenannte „Kaulquappen") Wasser athmen, sondern auch den Schwanz, mit dem sie umherschwimmen. Sie durchlaufen also während ihrer Ontogenie den Entwickelungsgang der ganzen Unterklasse, indem sie zuerst Kiemenlurche, später Schwanzlurche, und zuletzt Froschlurche sind. Offenbar ergiebt sich daraus, daß die Froschlurche sich erst später aus den Schwanzlurchen, wie diese selbst aus den ursprünglich allein vorhandenen Kiemenlurchen entwickelt haben.

Indem wir nun von den Amphibien zu der nächsten Wirbelthier-

klasse, den Reptilien übergehen, bemerken wir eine sehr bedeutende Vervollkommnung in der stufenweise fortschreitenden Organisation der Wirbelthiere. Alle bisher betrachteten Paarnasen oder Amphirrhinen, und namentlich die beiden großen Klassen der Fische und Lurche, stimmen in einer Anzahl von wichtigen Charakteren überein, durch welche sie sich von den drei noch übrigen Wirbelthierklassen, den Reptilien, Vögeln und Säugethieren, sehr wesentlich unterscheiden. Bei diesen letzteren bildet sich während der embryonalen Entwickelung rings um den Embryo eine von seinem Nabel auswachsende besondere zarte Hülle, die Fruchthaut oder das Amnion, welche mit dem Fruchtwasser oder Amnionwasser gefüllt ist, und in diesem das Embryon oder den Keim blasenförmig umschließt. Wegen dieser sehr wichtigen und charakteristischen Bildung können wir jene drei höchst entwickelten Wirbelthierklassen als Amnionthiere (Amniota) zusammenfassen. Die vier soeben betrachteten Klassen der Paarnasen dagegen, denen das Amnion, ebenso wie allen niederen Wirbelthieren (Unpaarnasen und Schädellosen) fehlt, können wir jenen als Amnionlose (Anamnia) entgegensetzen.

Die Bildung der Fruchthaut oder des Amnion, durch welche sich die Reptilien, Vögel und Säugethiere von allen anderen Wirbelthieren unterscheiden, ist offenbar ein höchst wichtiger Vorgang in der Ontogenie und der ihr entsprechenden Phylogenie der Wirbelthiere. Er fällt zusammen mit einer Reihe von anderen Vorgängen, welche wesentlich die höhere Entwickelung der Amnionthiere bestimmten. Dahin gehört vor allen der gänzliche Verlust der Kiemen, dessenwegen man schon früher die Amnioten als Kiemenlose (Ebranchiata) allen übrigen Wirbelthieren als Kiemenathmenden (Branchiata) entgegengesetzt hatte. Bei allen bisher betrachteten Wirbelthieren fanden sich athmende Kiemen entweder zeitlebens, oder doch wenigstens, wie bei Fröschen und Molchen, in früher Jugend. Bei den Reptilien, Vögeln und Säugethieren dagegen kommen zu keiner Zeit des Lebens wirklich athmende Kiemen vor, und die auch hier vorhandenen Kiemenbogen gestalten sich im Laufe der Ontogenie zu

ganz anderen Gebilden, zu Theilen des Kieferapparats und des Gehörorgans (vergl. oben S. 274). Alle Amnionthiere besitzen im Gehörorgan eine sogenannte „Schnecke" und ein dieser entsprechendes „rundes Fenster". Diese Theile fehlen dagegen den Amnionlosen. Bei diesen letzteren liegt der Schädel des Embryon in der gradlinigen Fortsetzung der Wirbelsäule. Bei den Amnionthieren dagegen erscheint die Schädelbasis von der Bauchseite her eingeknickt, so daß der Kopf auf die Brust herabsinkt (Taf. III, Fig. C, D, G, H). Auch entwickeln sich erst bei den Amnioten die Thränenorgane im Auge, welche den Anamnien noch fehlen.

Wann fand nun im Laufe der organischen Erdgeschichte dieser wichtige Vorgang statt? Wann entwickelte sich aus einem Zweige der Amnionlosen (und zwar jedenfalls aus einem Zweige der Amphibien) der gemeinsame Stammvater aller Amnionthiere?

Auf diese Frage geben uns die versteinerten Wirbelthierreste zwar keine ganz bestimmte, aber doch eine annähernde Antwort. Mit Ausnahme nämlich von zwei im permischen Systeme gefundenen eidechsenähnlichen Thieren (dem Proterosaurus und Rhopalodon) gehören alle übrigen versteinerten Reste, welche wir bis jetzt von Amnionthieren kennen, der Secundärzeit, Tertiärzeit und Quartärzeit an. Von jenen beiden Wirbelthieren aber ist es noch zweifelhaft, ob sie schon wirkliche Reptilien und nicht vielleicht salamanderähnliche Amphibien sind. Wir kennen von ihnen allein das Skelet, und dies nicht einmal vollständig. Im Ganzen gleicht das Skelet allerdings mehr den Reptilien als den Amphibien, in manchen Einzelheiten aber mehr den Amphibien. Da wir nun von den entscheidenden Merkmalen der Weichtheile gar Nichts wissen, ist es sehr wohl möglich, daß der Proterosaurus und der Rhopalodon noch amnionlose Thiere waren, welche den Amphibien näher als den Reptilien standen, vielleicht aber zu den Uebergangsformen zwischen beiden Klassen gehörten. Da aber andrerseits unzweifelhafte Amnionthiere bereits in der Trias versteinert vorgefunden werden, so ist es wahrscheinlich, daß die Hauptklasse der Amnioten sich erst in

der Triaszeit, im Beginn des mesolithischen Zeitalters, entwickelte. Wie wir schon früher sahen, ist offenbar gerade dieser Zeitraum einer der wichtigsten Wendepunkte in der organischen Erdgeschichte. An die Stelle der paläolithischen Farnwälder traten damals die Nadelwälder der Trias. In vielen Abtheilungen der wirbellosen Thiere traten wichtige Umgestaltungen ein: Aus den getäfelten Seelilien (Phatnocrina) entwickelten sich die gegliederten (Colocrina). Die Autechiniden oder die Seeigel mit zwanzig Plattenreihen traten an die Stelle der paläolithischen Palechiniden, der Seeigel mit mehr als zwanzig Plattenreihen. Die Cystideen, Blastoideen, Trilobiten und andere charakteristische wirbellose Thiergruppen der Primärzeit waren so eben ausgestorben. Kein Wunder, wenn die umgestaltenden Anpassungsverhältnisse im Beginn der Triaszeit auch auf den Wirbelthierstamm mächtig einwirkten, und die Entstehung der Amnionthiere veranlaßten.

Wenn man dagegen die beiden eidechsen- oder salamanderähnlichen Thiere der Permzeit, den Proterosaurus und den Rhopalodon, als echte Reptilien, mithin als die ältesten Amnioten betrachtet, so würde die Entstehung dieser Hauptklasse bereits um eine Periode früher, gegen das Ende der Primärzeit fallen, in die permische Periode. Alle übrigen Reptilienreste aber, welche man früher im permischen, im Steinkohlensystem oder gar im devonischen Systeme gefunden zu haben glaubte, haben sich entweder nicht als Reptilienreste, oder als viel jüngeren Alters (meistens der Trias angehörig) herausgestellt.

Die gemeinsame hypothetische Stammform aller Amnionthiere, welche wir als Protamnion bezeichnen können, und welche möglicherweise dem Proterosaurus nahe verwandt war, stand vermuthlich im Ganzen hinsichtlich ihrer Körperbildung in der Mitte zwischen den Salamandern und Eidechsen. Ihre Nachkommenschaft spaltete sich schon frühzeitig in zwei verschiedene Linien, von denen die eine die gemeinsame Stammform der Reptilien und Vögel, die andere die Stammform der Säugethiere wurde.

Haupt… Kla… und Un… des W… St…

Paarnasen oder Amphirrhinen mit Amnion, ohne Kiemen.

	Reptilia.				Vögel. Aves.	Säugethiere. Mammalia.		
	…ld-…ten. …nia.	Flug-schleicher. Ptero-sauria.	Drachen-Dino-sauria.	Schnabel-schleicher Anome-dontia.		Schnabel-thiere. Monotrema.	Beutel-thiere. Marsupialia.	Placental-thiere. Placentalia.
Cenolith. oder Tertiaer-Zeit.	P…					59. 60.		63 64. 66
	M…							65.
	E…							62.
Mesolithisches oder Secundaeres Zeitalter.		55.	49.			?		
		55			58.	?		
		54.	48.					
			48.	52. 53.		? 61.		
	0	40.		57				
	9.			39.	39.			
Palaeolithisches oder Primaeres Zeitalter.								
	S…							
Archolithisches oder Primordiales Zeitalter.	S…							
	…cher							
	…letischer							
	C… …aum							
	…rstammes							
	L… begründet.							

Relative Länge der 5 Zeitalter in Procenten:

V.	Quartär-Zeit	0, 5
IV.	Tertiär-Zeit	2, 3
III.	Secundär-Zeit	11, 5
II.	Primär-Zeit	32, 1
I.	Primordial-Zeit	53, 6
	Summa:	100, 0

A. Schütze Lith. Inst. in Berlin

Die Schleicher (Reptilia oder Pholidota, auch Sauria im weiteſten Sinne genannt) bleiben von allen drei Klaſſen der Amnionthiere auf der tiefſten Bildungsſtufe ſtehen und entfernen ſich am wenigſten von ihren Stammvätern, den Amphibien. Daher wurden ſie früher allgemein zu dieſen gerechnet, obwohl ſie in ihrer ganzen Organiſation viel näher den Vögeln als den Amphibien verwandt ſind. Gegenwärtig leben von den Reptilien nur noch vier Ordnungen, nämlich die Eidechſen, Schlangen, Krokodile und Schildkröten. Dieſe bilden aber nur noch einen ſchwachen Reſt von der ungemein mannichfaltig und bedeutend entwickelten Reptilienſchaar, welche während der meſolithiſchen oder Secundärzeit lebte und damals alle anderen Wirbelthierklaſſen beherrſchte. Die ausnehmende Entwickelung der Reptilien während der Secundärzeit iſt ſo charakteriſtiſch, daß wir dieſe darnach eben ſo gut, wie nach den Gymnoſpermen benennen konnten (S. 343). Von den 27 Unterordnungen, welche die nachſtehende Tabelle Ihnen vorführt, gehören 12, und von den acht Ordnungen gehören vier ausſchließlich der Secundärzeit an. Dieſe meſolithiſchen Gruppen ſind durch ein † bezeichnet. Mit einziger Ausnahme der Schlangen finden ſich alle Ordnungen ſchon im Jura oder der Trias verſteinert vor.

In der erſten Ordnung, den Stammreptilien oder Stammſchleichern (Toscosauria), faſſen wir die ausgeſtorbenen Fachzähner (Thecodontia) der Triaszeit mit denjenigen Reptilien zuſammen, welche wir als die gemeinſame Stammform der ganzen Klaſſe betrachten können. Zu dieſen letzteren, welche wir als Urſchleicher (Proreptilia) bezeichnen können, gehört möglicherweiſe der Proteroſaurus des permiſchen Syſtems. Die ſieben übrigen Ordnungen ſind als divergente Zweige aufzufaſſen, welche ſich aus jener gemeinſamen Stammform nach verſchiedenen Richtungen hin entwickelt haben. Die Thecodonten der Trias, die einzigen ſicher bekannten foſſilen Reſte von Tocoſauriern, waren Eidechſen, welche den heute noch lebenden Monitoren oder Warneidechſen (Monitor, Varanus) ziemlich ähnlich geweſen zu ſein ſcheinen.

Unter den vier Schleicherordnungen, welche gegenwärtig noch leben, und welche schon seit Beginn der Tertiärzeit allein die Klasse vertreten haben, schließen sich die Eidechsen (Lacertilia) wahrscheinlich am nächsten an die ausgestorbenen Stammreptilien an, besonders durch die schon genannten Monitoren. Aus einem Zweige der Eidechsenordnung hat sich die Abtheilung der Schlangen (Ophidia) entwickelt, und zwar wahrscheinlich erst im Beginn der Tertiärzeit. Wenigstens kennt man versteinerte Schlangen bis jetzt bloß aus tertiären Schichten. Viel früher sind die Krokodile (Crocodilia) entstanden, von denen die Teleosaurier und Steneosaurier massenhaft versteinert schon im Jura gefunden werden; die jetzt allein noch lebenden Alligatoren dagegen kommen erst in den Kreide- und Tertiärschichten fossil vor. Am meisten isolirt unter den vier lebenden Reptilienordnungen steht die merkwürdige Gruppe der Schildkröten (Chelonia). Diese sonderbaren Thiere kommen zuerst versteinert in Jura vor. Sie nähern sich durch einige Charaktere den Amphibien, durch andere den Krokodilen, und durch gewisse Eigenthümlichkeiten sogar den Vögeln, so daß ihr wahrer Platz im Stammbaum der Reptilien äußerst schwierig zu bestimmen ist. Höchst auffallend ist die außerordentliche Aehnlichkeit, welche ihre Embryen selbst noch in späteren Stadien der Ontogenesis mit den Vögeln zeigen (vergl. Taf. II und III).

Die vier ausgestorbenen Reptilienordnungen zeigen unter einander und mit den eben angeführten vier lebenden Ordnungen so mannichfaltige und verwickelte Verwandtschaftsbeziehungen, daß wir bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntniß noch gänzlich auf die Aufstellung eines Stammbaums verzichten müssen. Eine der abweichendsten und merkwürdigsten Formen bilden die berühmten Flugreptilien (Pterosauria); fliegende Eidechsen, bei denen der außerordentlich verlängerte fünfte Finger der Hand als Stütze einer gewaltigen Flughaut diente. Sie flogen in der Secundärzeit wahrscheinlich in ähnlicher Weise umher, wie jetzt die Fledermäuse. Die kleinsten Flugeidechsen hatten ungefähr die Größe eines Sperlings.

Syſtematiſche Ueberſicht

der 8 Ordnungen und 27 Unterordnungen der Reptilien.

(Die mit einem † bezeichneten Gruppen ſind ſchon während der Secundärzeit ausgeſtorben.)

Ordnungen der Reptilien	Unterordnungen der Reptilien	Syſtematiſcher Name der Unterordnungen	Ein Gattungsname als Beiſpiel
I. Stammreptilien Tocosauria †	1. Urſchleicher	1. Proreptilia †	(Proterosaurus?)
	2. Fachzähner	2. Thecodontia †	Palaeosaurus
II. Eidechſen Lacertilia	3. Spaltzüngler	3. Fissilingues	Monitor
	4. Chamaeleonten	4. Vermilingues	Chamaeleo
	5. Dickzüngler	5. Crassilingues	Iguana
	6. Kurzzüngler	6. Brevilingues	Anguis
	7. Ringeleidechſen	7. Glyptodermata	Amphisbaena
III. Schlangen Ophidia	8. Nattern	8. Aglyphodonta	Coluber
	9. Baumſchlangen	9. Opisthoglypha	Dipsas
	10. Giftnattern	10. Proteroglypha	Hydrophis
	11. Ottern	11. Solenoglypha	Vipera
	12. Wurmſchlangen	12. Opoterodonta	Typhlops
IV. Crocodile Crocodilia	13. Amphicoelen	13. Teleosauria †	Teleosaurus
	14. Opiſthocoelen	14. Steneosauria †	Steneosaurus
	15. Proſthocoelen	15. Alligatores	Alligator
V. Schildkröten Chelonia	16. Seeſchildkröten	16. Thalassita	Chelone
	17. Flußſchildkröten	17. Potamita	Trionyx
	18. Sumpfſchildkröten	18. Elodita	Emys
	19. Landſchildkröten	19. Chersita	Testudo
VI. Flugreptilien Pterosauria †	20. Langſchwänzige Flugeidechſen	20. Rhamphorhynchi †	Rhamphorhynchus
	21. Kurzſchwänzige Flugeidechſen	21. Pterodactyli †	Pterodactylus
VII. Drachen Dinosauria †	22. Rieſendrachen	22. Harpagosauria †	Megalosaurus
	23. Elephantendrachen	23. Therosauria †	Iguanodon
VIII. Schnabelreptilien Anomodontia †	24. Hundszähner	24. Cynodontia †	Dicynodon
	25. Fehlzähner	25. Cryptodontia †	Udenodon
	26. Känguruſchleicher	26. Hypsosauria †	Compsognathus
	27. Vogelſchleicher	27. Tocornithes †	(Tocornis)

Die größten Pteroſaurier aber, mit einer Klafterweite der Flügel von mehr als 16 Fuß, übertrafen die größten jetzt lebenden fliegenden Vögel (Condor und Albatros) an Umfang. Ihre verſteinerten Reſte, die langſchwänzigen Rhamphorhynchen und die kurzſchwänzigen Pterodactylen, finden ſich zahlreich verſteinert in allen Schichten der Jura- und Kreidezeit, aber nur in dieſen vor.

Nicht minder merkwürdig und für das meſolithiſche Zeitalter charakteriſtiſch war die Gruppe der Drachen oder Lindwürmer (Dinosauria oder Pachypoda). Dieſe koloſſalen Reptilien, welche eine Länge von mehr als 50 Fuß erreichten, ſind die größten Landbewohner, welche jemals unſer Erdball getragen hat. Sie lebten ausſchließlich in der Secundärzeit. Die meiſten Reſte derſelben finden ſich in der unteren Kreide, namentlich in der Wälderformation Englands. Die Mehrzahl waren furchtbare Raubthiere (Megaloſaurus von 20—30, Peloroſaurus von 40—60 Fuß Länge). Iguanodon jedoch und einige andere lebten von Pflanzennahrung und ſpielten in den Wäldern der Kreidezeit wahrſcheinlich eine ähnliche Rolle, wie die ebenſo ſchwerfälligen, aber kleineren Elephanten, Flußpferde und Nashörner der Gegenwart.

Vielleicht den Drachen nahe verwandt waren die ebenfalls längſt ausgeſtorbenen Schnabelreptilien (Anomodontia), von denen ſich viele merkwürdige Reſte in der Trias und in Jura finden. Die Kiefer waren bei ihnen, ähnlich wie bei den meiſten Flugreptilien und Schildkröten, zu einem Schnabel umgebildet, der entweder nur verkümmerte Zahnrudimente oder gar keine Zähne mehr trug. In dieſer Ordnung (wenn nicht in der vorhergehenden) müſſen wir die Stammeltern der Vögelklaſſe ſuchen, die wir mit dem Namen der Vogelreptilien (Tocornithes) bezeichnen können. Dieſen letzteren wahrſcheinlich ſehr nahe verwandt war der ſonderbare, känguruhähnliche Kompſognathus aus dem Jura, der in ſehr wichtigen Charakteren bereits eine Annäherung an den Vogelkörperbau zeigt.

Die Klaſſe der Vögel (Aves) iſt, wie ſchon bemerkt, durch ihren inneren Bau und durch ihre embryonale Entwickelung den

Reptilien so nahe verwandt, daß sie ohne allen Zweifel aus einem Zweige dieser Klasse wirklich ihren Ursprung genommen hat. Wie Ihnen allein schon ein Blick auf Taf. II und III zeigt, sind die Embryen der Vögel zu einer Zeit, in der sie bereits sehr wesentlich von den Embryen der Säugethiere verschieden erscheinen, von denen der Schildkröten und anderer Reptilien noch kaum zu unterscheiden. Die Dotterfurchung ist bei den Vögeln und Reptilien partiell, bei den Säugethieren total. Die rothen Blutzellen der ersteren besitzen einen Kern, die der letzteren dagegen nicht. Die Haare der Säugethiere entwickeln sich in geschlossenen Bälgen der Haut, die Federn der Vögel dagegen, ebenso wie die Schuppen der Reptilien, auf Höckern der Haut. Der Unterkiefer der letzteren ist viel verwickelter zusammengesetzt, als derjenige der Säugethiere. Auch fehlt diesen letzteren das Quadratbein der ersteren. Während bei den Säugethieren (wie bei den Amphibien) die Verbindung zwischen dem Schädel und dem ersten Halswirbel durch zwei Gelenkhöcker oder Condylen geschieht, sind diese dagegen bei den Vögeln und Reptilien zu einem einzigen verschmolzen. Man kann die beiden letzteren Klassen daher mit vollem Rechte in einer Gruppe als Monocondylia zusammenfassen und dieser die Säugethiere als Dicondylia gegenüber setzen.

Die Abzweigung der Vögel von den Reptilien fand jedenfalls erst während der mesolithischen Zeit, und zwar wahrscheinlich während der Triaszeit statt. Die ältesten fossilen Vogelreste sind im oberen Jura gefunden worden (Archaeopteryx). Aber schon in der Triaszeit lebten verschiedene Saurier (Anomodonten), die in mehrfacher Hinsicht den Uebergang von den Tocosauriern zu den Stammvätern der Vögel, den hypothetischen Tocornithen, zu bilden scheinen. Wahrscheinlich waren diese Tocornithen von anderen Schnabeleidechsen im Systeme kaum zu trennen, und namentlich dem känguruhartigen Compsognathus aus dem Jura von Solenhofen nächst verwandt. Huxley stellt diesen letzteren zu den Dinosauriern, und glaubt, daß diese die nächsten Verwandten der Tocornithen seien.

Die große Mehrzahl der Vögel erscheint, trotz aller Mannichfal-

tigkeit in der Färbung des schönen Federkleides und in der Bildung des Schnabels und der Füße, höchst einförmig organisirt, in ähnlicher Weise, wie die Insectenklasse. Den äußeren Existenzbedingungen hat sich die Vogelform auf das Vielfältigste angepaßt, ohne dabei irgend wesentlich von dem streng erblichen Typus der charakteristischen inneren Bildung abzuweichen. Nur zwei kleine Gruppen, einerseits die federschwänzigen Vögel (Saururae), andrerseits die straußartigen (Ratitae), weichen erheblich von dem gewöhnlichen Vogeltypus, dem der kielbrüstigen (Carinatae) ab, und demnach kann man die ganze Klasse in drei Unterklassen eintheilen.

Die erste Unterklasse, die reptilienschwänzigen oder federschwänzigen Vögel (Saururae) sind bis jetzt bloß durch einen einzigen und noch dazu unvollständigen fossilen Abdruck bekannt, welcher aber als die älteste und dabei sehr eigenthümliche Vogelversteinerung eine hohe Bedeutung beansprucht. Das ist der Urgreif oder die Archaeopteryx lithographica, welche bis jetzt erst in einem Exemplar in dem lithographischen Schiefer von Solenhofen, im oberen Jura von Baiern, gefunden wurde. Dieser merkwürdige Vogel scheint im Ganzen Größe und Wuchs eines starken Raben gehabt zu haben, namentlich was die wohl erhaltenen Beine betrifft; Kopf und Brust fehlen leider. Die Flügelbildung weicht schon etwas von derjenigen der anderen Vögel ab, noch viel mehr aber der Schwanz. Bei allen übrigen Vögeln ist der Schwanz sehr kurz, aus wenigen kurzen Wirbeln zusammengesetzt. Die letzten derselben sind zu einer dünnen, senkrecht stehenden Knochenplatte verwachsen, an welcher sich die Steuerfedern des Schwanzes fächerförmig ansetzen. Die Archäopteryx dagegen hat einen langen Schwanz, wie die Eidechsen, aus zahlreichen (20) langen und dünnen Wirbeln zusammengesetzt, und an jedem Wirbel sitzen zweizeilig ein paar starke Steuerfedern, so daß der ganze Schwanz regelmäßig gefiedert erscheint. Dieselbe Bildung der Schwanzwirbelsäule zeigt sich bei den Embryen der übrigen Vögel vorübergehend, so daß offenbar der Schwanz der Archäopteryx die ursprüngliche, von den Reptilien ererbte Form des

Vogelschwanzes darstellt. Wahrscheinlich lebten ähnliche Vögel mit Eidechsenschwanz um die mittlere Secundärzeit in großer Menge; der Zufall hat uns aber erst diesen einen Rest bis jetzt enthüllt.

Zu den fächerschwänzigen oder kielbrüstigen Vögeln (Carinatae), welche die zweite Unterklasse bilden, gehören alle jetzt lebenden Vögel, mit Ausnahme der straußartigen oder Ratiten. Sie haben sich wahrscheinlich in der zweiten Hälfte der Secundärzeit, in der Jurazeit oder in der Kreidezeit, aus den federschwänzigen durch Verwachsung der hinteren Schwanzwirbel und Verkürzung des Schwanzes entwickelt. Aus der Secundärzeit kennt man von ihnen nur sehr wenige Reste, und zwar nur aus dem letzten Abschnitt derselben, aus der Kreide. Diese Reste gehören einem albatrosartigen Schwimmvogel und einem schnepfenartigen Stelzvogel an. Alle übrigen bis jetzt bekannten versteinerten Vogelreste sind in den Tertiärschichten gefunden.

Die straußartigen oder büschelschwänzigen Vögel (Ratitae), auch Laufvögel (Cursores) genannt, die dritte und letzte Unterklasse, ist gegenwärtig nur noch durch wenige lebende Arten vertreten, durch den zweizehigen afrikanischen Strauß, den dreizehigen amerikanischen und neuholländischen Strauß, den indischen Casuar, und den vierzehigen Kiwi oder Apteryx von Neuseeland. Auch die ausgestorbenen Riesenvögel von Madagaskar (Aepyornis) und von Neuseeland (Dinornis), welche viel größer waren als die jetzt lebenden größten Strauße, gehören zu dieser Gruppe. Wahrscheinlich sind die straußartigen Vögel durch Abgewöhnung des Fliegens, durch die damit verbundene Rückbildung der Flugmuskeln und des denselben zum Ansatz dienenden Brustbeinkammes, und durch entsprechend stärkere Ausbildung der Hinterbeine zum Laufen, aus einem Zweige der kielbrüstigen Vögel entstanden. Vielleicht sind dieselben jedoch auch, wie Huxley meint, nächste Verwandte der Dinausaurier, und der diesen nahestehenden Reptilien, namentlich des Kompsognathus. In diesem Falle würden die Kielbrüstigen erst später aus den straußartigen, als der ursprünglichen Stammgruppe der Klasse, entstanden sein.

Einundzwanzigster Vortrag.

Stammbaum und Geſchichte des Thierreichs.

IV. Säugethiere.

Syſtem der Säugethiere nach Linné und nach Blainville. Drei Unterklaſſen der Säugethiere (Ornithodelphien, Didelphien, Monodelphien). Ornithodelphien oder Monotremen. Schnabelthiere (Ornithoſtomen). Didelphien oder Marſupialien. Pflanzenfreſſende und fleiſchfreſſende Beutelthiere. Monodelphien oder Placentalien (Placentalthiere). Bedeutung der Placenta. Zottenplacentner. Gürtelplacentner. Scheibenplacentner. Decidualoſe oder Indeciduen. Hufthiere. Unpaarhufer und Paarhufer. Walthiere. Zahnarme. Deciduathiere oder Deciduaten. Halbaffen. Nagethiere. Scheinhufer. Inſectenfreſſer. Raubthiere. Flederthiere. Affen.

Meine Herren! Es giebt nur wenige Anſichten in der Syſtematik der Organismen, über welche die Naturforſcher von jeher einig geweſen ſind. Zu dieſen wenigen unbeſtrittenen Punkten gehört die bevorzugte Stellung der Säugethierklaſſe an der Spitze des Thierreichs. Der Grund dieſes Privilegiums liegt theils in dem beſonderen Intereſſe, dem mannichfaltigen Nutzen und dem vielen Vergnügen, das in der That die Säugethiere mehr als alle anderen Thiere dem Menſchen darbieten, theils und noch mehr aber in dem Umſtande, daß der Menſch ſelbſt ein Glied dieſer Klaſſe iſt. Denn wie verſchiedenartig auch ſonſt die Stellung des Menſchen in der Natur und im Syſtem der Thiere beurtheilt worden iſt, niemals iſt je ein Naturforſcher darüber in Zweifel geweſen, daß der Menſch, mindeſtens rein morphologiſch betrachtet, zur Klaſſe der Säugethiere gehöre.

Daraus folgt aber für uns ohne Weiteres der höchst bedeutende Schluß, daß der Mensch auch seiner Blutsverwandtschaft nach ein Glied dieser Thierklasse ist, und aus längst ausgestorbenen Säugethierformen sich historisch entwickelt hat. Dieser Umstand allein schon wird es rechtfertigen, daß wir hier der Geschichte und dem Stammbaum der Säugethiere unsere besondere Aufmerksamkeit zuwenden. Lassen Sie uns zu diesem Zwecke wieder zunächst das System dieser Thierklasse untersuchen.

Von den älteren Naturforschern wurde die Klasse der Säugethiere mit vorzüglicher Rücksicht auf die Bildung des Gebisses und der Füße in eine Reihe von 8—16 Ordnungen eingetheilt. Auf der tiefsten Stufe dieser Reihe standen die Walfische, welche durch ihre fischähnliche Körpergestalt sich am meisten vom Menschen, der höchsten Stufe zu entfernen schienen. So unterschied Linné folgende acht Ordnungen: 1. Cete (Wale); 2. Belluae (Flußpferde und Pferde); 3. Pecora (Wiederkäuer); 4. Glires (Nagethiere und Nashorn); 5. Bestiae (Insectenfresser, Beutelthiere und verschiedene Andere); 6. Ferae (Raubthiere); 7. Bruta (Zahnarme und Elephanten); 8. Primates (Fledermäuse, Halbaffen, Affen und Menschen). Nicht viel über diese Klassification von Linné erhob sich diejenige von Cuvier, welche für die meisten folgenden Zoologen maßgebend wurde. Cuvier unterschied folgende acht Ordnungen: 1. Cetacea (Wale); 2. Ruminantia (Wiederkäuer); 3. Pachyderma (Hufthiere nach Ausschluß der Wiederkäuer); 4. Edentata (Zahnarme); 5. Rodentia (Nagethiere); 6. Carnassia (Beutelthiere, Raubthiere, Insectenfresser und Flederthiere); 7. Quadrumana (Halbaffen und Affen); 8. Bimana (Menschen).

Den bedeutendsten Fortschritt in der Klassification der Säugethiere that schon 1816 der ausgezeichnete, bereits vorher erwähnte Anatom Blainville, welcher zuerst mit tiefem Blick die drei natürlichen Hauptgruppen oder Unterklassen der Säugethiere erkannte, und sie nach der Bildung ihrer Fortpflanzungsorgane als Ornithodelphien, Didelphien und Monodelphien unterschied. Da diese

Eintheilung heutzutage mit Recht bei allen wiſſenſchaftlichen Zoologen wegen ihrer tiefen Begründung durch die Entwickelungsgeſchichte als die beſte gilt, ſo laſſen Sie uns derſelben auch hier folgen.

Die erſte Unterklaſſe bilden die Kloakenthiere oder Bruſtloſen, auch Gabler oder Gabelthiere genannt (Monotrema oder Ornithodelphia). Sie ſind heute nur noch durch zwei lebende Säugethierarten vertreten, die beide auf Neuholland und das benachbarte Vandiemensland beſchränkt ſind: das wegen ſeines Vogelſchnabels ſehr bekannte Waſſerſchnabelthier (Ornithorhynchus paradoxus) und das weniger bekannte, igelähnliche Landſchnabelthier (Echidna hystrix). Dieſe beiden ſeltſamen Thiere, welche man in der Ordnung der Schnabelthiere (Ornithostoma) zuſammenfaßt, ſind offenbar die letzten überlebenden Reſte einer vormals formenreichen Thiergruppe, welche in der älteren Secundärzeit allein die Säugethierklaſſe vertrat, und aus der ſich erſt ſpäter, wahrſcheinlich in der Jurazeit, die zweite Unterklaſſe, die Didelphien entwickelten. Leider ſind uns von dieſer älteſten Stammgruppe der Säugethiere, welche wir als Stammſäuger (Promammalia) bezeichnen wollen, bis jetzt noch keine foſſilen Reſte mit voller Sicherheit bekannt. Doch gehören dazu möglicherweiſe die älteſten bekannten von allen verſteinerten Säugethierreſten, nämlich der Microlestes antiquus, von dem man bis jetzt allerdings nur einige kleine Backzähne kennt. Dieſe ſind in den oberſten Schichten der Trias, im Keuper, und zwar zuerſt (1847) in Deutſchland (bei Degerloch unweit Stuttgart), ſpäter auch (1858) in England (bei Frome) gefunden worden. Aehnliche Zähne ſind neuerdings auch in der nordamerikaniſchen Trias gefunden und als Dromatherium sylvestre beſchrieben. Dieſe merkwürdigen Zähne, aus deren charakteriſtiſcher Form man auf ein inſectenfreſſendes Säugethier ſchließen kann, ſind die einzigen Reſte von Säugethieren, welche man bis jetzt in den älteren Secundärſchichten, in der Trias gefunden hat. Vielleicht gehören aber außer dieſen auch noch manche andere, im Jura und in der Kreide gefundene Säugethierzähne, welche jetzt gewöhnlich Beutelthieren zugeſchrieben werden, eigentlich Kloaken-

thieren an. Bei dem Mangel der charakteriſtiſchen Weichtheile läßt ſich dies nicht ſicher entſcheiden. Jedenfalls müſſen dem Auftreten der Beutelthiere zahlreiche, mit entwickeltem Gebiß und mit einer Kloake verſehene Gabelthiere vorausgegangen ſein.

Die Bezeichnung: „Kloakenthiere" (Monotrema) im weiteren Sinne haben die Ornithodelphien wegen der Kloake erhalten, durch deren Beſitz ſie ſich von allen übrigen Säugethieren unterſcheiden, und dagegen mit den Vögeln, Reptilien, Amphibien, überhaupt mit den niederen Wirbelthieren übereinſtimmen. Die Kloakenbildung beſteht darin, daß der letzte Abſchnitt des Darmkanals die Mündungen des Urogenitalapparats, d. h. der vereinigten Harn- und Geſchlechtsorgane aufnimmt, während dieſe bei allen übrigen Säugethieren (Didelphien ſowohl als Monodelphien) getrennt vom Maſtdarm ausmünden. Jedoch iſt auch bei dieſen in der erſten Zeit des Embryolebens die Kloakenbildung vorhanden, und erſt ſpäter (beim Menſchen gegen die zwölfte Woche der Entwickelung) tritt die Trennung der beiden Mündungsöffnungen ein. „Gabelthiere" hat man die Kloakenthiere auch wohl genannt, weil die vorderen Schlüſſelbeine mittelſt des Bruſtbeines mit einander in der Mitte zu einem Knochenſtück verwachſen ſind, ähnlich dem bekannten „Gabelbein" der Vögel. Bei den übrigen Säugethieren bleiben die beiden Schlüſſelbeine vorn völlig getrennt, und verwachſen nicht mit dem Bruſtbein. Ebenſo ſind die hinteren Schlüſſelbeine oder Coracoidknochen bei den Gabelthieren viel ſtärker als bei den übrigen Säugethieren entwickelt und verbinden ſich mit dem Bruſtbein.

Auch in vielen übrigen Charakteren, namentlich in der Bildung der inneren Geſchlechtsorgane, des Gehörlabyrinthes und des Gehirns, ſchließen ſich die Schnabelthiere näher den übrigen Wirbelthieren als den Säugethieren an, ſo daß man ſie ſelbſt als eine beſondere Klaſſe von dieſen hat trennen wollen. Jedoch gebären ſie, gleich allen anderen Säugethieren, lebendige Junge, welche eine Zeit lang von der Mutter mit ihrer Milch ernährt werden. Während aber bei allen übrigen die Milch durch die Saugwarzen oder Zitzen der Milchdrüſe

entleert wird, fehlen dieſe den Schnabelthieren gänzlich, und die Milch tritt einfach aus einer ebenen, ſiebförmig durchlöcherten Hautſtelle hervor. Man kann ſie daher auch als Bruſtloſe oder Zitzenloſe (Amasta) bezeichnen.

Die auffallende Schnabelbildung der beiden noch lebenden Schnabelthiere, welche mit Verkümmerung der Zähne verbunden iſt, muß offenbar nicht als weſentliches Merkmal der ganzen Unterklaſſe der Kloakenthiere, ſondern als ein zufälliger Anpaſſungscharakter angeſehen werden, welcher die letzten Reſte der Klaſſe von der ausgeſtorbenen Hauptgruppe ebenſo unterſcheidet, wie die Bildung eines ähnlichen zahnloſen Rüſſels manche Zahnarme (z. B. die Ameiſenfreſſer) vor den übrigen Placentalthieren auszeichnet. Die unbekannten ausgeſtorbenen Stammſäugethiere oder Promammalien, die in der Triaszeit lebten, und von denen die beiden heutigen Schnabelthiere nur einen einzelnen, verkümmerten und einſeitig ausgebildeten Aſt darſtellen, beſaßen wahrſcheinlich ein ſehr entwickeltes Gebiß, gleich den Beutelthieren, die ſich zunächſt aus ihnen entwickelten.

Die Beutelthiere oder Beutler (Didelphia oder Marsupialia), die zweite von den drei Unterklaſſen der Säugethiere, vermittelt in jeder Hinſicht, ſowohl in anatomiſcher und embryologiſcher, als in genealogiſcher und hiſtoriſcher Beziehung, den Uebergang zwiſchen den beiden anderen, den Kloakenthieren und Placentalthieren. Zwar leben von dieſer Gruppe noch jetzt zahlreiche Vertreter, namentlich die allbekannten Känguruhs, Beutelratten und Beutelhunde. Allein im Ganzen geht offenbar auch dieſe Unterklaſſe, gleich der vorhergehenden, ihrem völligen Ausſterben entgegen, und die noch lebenden Glieder derſelben ſind die letzten überlebenden Reſte einer großen und formenreichen Gruppe, welche während der jüngeren Secundärzeit und während der älteren Tertiärzeit vorzugsweiſe die Säugethierklaſſe vertrat. Wahrſcheinlich haben ſich die Beutelthiere um die Mitte der meſolithiſchen Zeit (während der Juraperiode?) aus einem Zweige der Kloakenthiere entwickelt, und im Beginn der Tertiärzeit ging wiederum aus den Beutelthieren die Gruppe der

Placentalthiere hervor, welcher die erſteren dann bald im Kampfe um's Daſein unterlagen. Alle foſſilen Reſte von Säugethieren, welche wir aus der Secundärzeit kennen, gehören entweder ausſchließlich Beutelthieren, oder (zum Theil vielleicht?) Kloakenthieren an. Damals ſcheinen Beutelthiere über die ganze Erde verbreitet geweſen zu ſein. Selbſt in Europa (England, Frankreich) finden wir wohl erhaltene Reſte derſelben. Dagegen ſind die letzten Ausläufer der Unterklaſſe, welche jetzt noch leben, auf ein ſehr enges Verbreitungsgebiet beſchränkt, nämlich auf Neuholland, auf den auſtraliſchen und einen kleinen Theil des aſiatiſchen Archipelagus. Einige wenige Arten leben auch noch in Amerika; hingegen lebt in der Gegenwart kein einziges Beutelthier mehr auf dem Feſtlande von Aſien, Afrika und Europa.

Die Beutelthiere führen ihren Namen von der bei den meiſten wohl entwickelten beutelförmigen Taſche (Marsupium), welche ſich an der Bauchſeite der weiblichen Thiere vorfindet, und in welcher die Mutter ihre Jungen noch eine geraume Zeit lang nach der Geburt umherträgt. Dieſer Beutel wird durch zwei charakteriſtiſche Beutelknochen geſtützt, welche auch den Schnabelthieren zukommen, den Placentalthieren dagegen fehlen. Das junge Beutelthier wird in viel unvollkommnerer Geſtalt geboren, als das junge Placentalthier, und erreicht erſt, nachdem es einige Zeit im Beutel ſich entwickelt hat, denjenigen Grad der Ausbildung, welchen das letztere ſchon gleich bei ſeiner Geburt beſitzt. Bei dem Rieſenkänguruh, welches Mannshöhe erreicht, iſt das neugeborene Junge, welches nicht viel über fünf Wochen von der Mutter im Fruchtbehälter getragen wurde, nicht mehr als zollang, und erreicht ſeine weſentliche Ausbildung erſt nachher in dem Beutel der Mutter, wo es gegen neun Monate, an der Zitze der Milchdrüſe feſtgeſaugt, hängen bleibt.

Die verſchiedenen Abtheilungen, welche man gewöhnlich als ſogenannte Familien in der Unterklaſſe der Beutelthiere unterſcheidet, verdienen eigentlich den Rang von ſelbſtſtändigen Ordnungen, da ſie ſich in der mannichfaltigen Differenzirung des Gebiſſes und der Gliedmaßen in ähnlicher Weiſe, wenn auch nicht ſo ſcharf, von einander

unterſcheiden, wie die verſchiedenen Ordnungen der Placentalthiere. Zum Theil entſprechen ſie den letzteren vollkommen. Offenbar hat die Anpaſſung an ähnliche Lebensverhältniſſe in den beiden Unterklaſſen der Marſupialien und Placentalien ganz entſprechende oder analoge Umbildungen der urſprünglichen Grundform bewirkt. Man kann in dieſer Hinſicht ungefähr acht Ordnungen von Beutelthieren unterſcheiden, von denen die eine Hälfte die Hauptgruppe oder Legion der pflanzenfreſſenden, die andere Hälfte die Legion der fleiſchfreſſenden Marſupialien bildet. Von beiden Legionen finden ſich (falls man nicht auch den vorher erwähnten Mikroleſtes und das Dromatherium der Trias hierher ziehen will) die älteſten foſſilen Reſte im Jura vor, und zwar in den Schiefern von Stonesfield, bei Oxford in England. Dieſe Schiefer gehören der Bathformation oder dem unteren Oolith an, derjenigen Schichtengruppe, welche unmittelbar über dem Lias, der älteſten Jurabildung liegt (vergl. S. 345). Allerdings beſtehen die Beutelthierreſte, welche in den Schiefern von Stonesfield gefunden wurden, und ebenſo diejenigen, welche man ſpäter in den Purbeckſchichten fand, nur aus Unterkiefern (vergl. S. 358). Allein glücklicherweiſe gehört gerade der Unterkiefer zu den am meiſten charakteriſtiſchen Skelettheilen der Beutelthiere. Er zeichnet ſich nämlich durch einen hakenförmigen Fortſatz des nach unten und hinten gekehrten Unterkieferwinkels aus, welcher weder den Placentalthieren, noch den (heute lebenden) Schnabelthieren zukömmt, und wir können aus der Anweſenheit dieſes Fortſatzes an den Unterkiefern von Stonesfield ſchließen, daß ſie Beutelthieren angehört haben.

Von den pflanzenfreſſenden Beutelthieren (Botanophaga) kennt man bis jetzt aus dem Jura nur zwei Verſteinerungen, nämlich den Stereognathus oolithicus aus den Schiefern von Stonesfield (unterer Oolith) und den Plagiaulax Becklesii aus den mittleren Purbeckſchichten (oberer Oolith). Dagegen finden ſich in Neuholland rieſige verſteinerte Reſte von ausgeſtorbenen pflanzenfreſſenden Beutelthieren der Diluvialzeit (Diprotodon und Nototherium), welche weit größer als die größten, jetzt noch lebenden Marſupialien waren.

Syſtematiſche Ueberſicht

der Legionen, Ordnungen und Unterordnungen der Säugethiere.

I. Erſte Unterklaſſe der Säugethiere:

Gabler oder Kloakenthiere (Monotrema oder Ornithodelphia).

Säugethiere mit Kloake, ohne Placenta, mit Beutelknochen.

I. Stamm-säuger **Promammalia**	Unbekannte ausgeſtorbene Säugethiere der Triaszeit		(Microlestes?) (Dromatherium?)
II. Schnabelthiere **Ornithostoma**	1. Waſſer-Schnabelthiere	1. Ornithorhynchida	1. Ornithorhynchus paradoxus
	2. Land-Schnabelthiere	2. Echidnida	2. Echidna hystrix

II. Zweite Unterklaſſe der Säugethiere:

Beutler oder Beutelthiere (Marsupialia oder Didelphia).

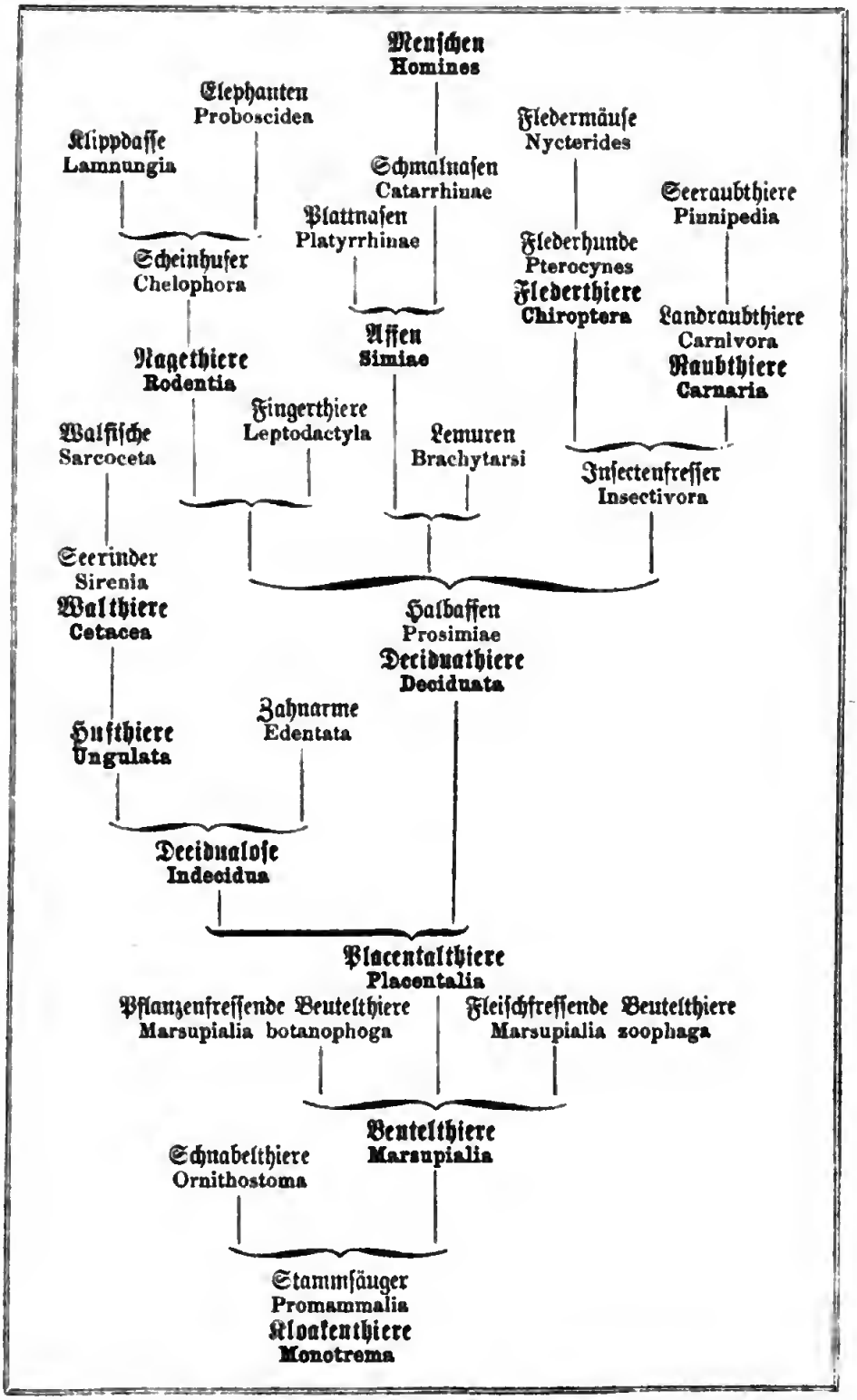
Säugethiere ohne Kloake, ohne Placenta, mit Beutelknochen.

Legionen der Beutelthiere	Ordnungen der Beutelthiere	Syſtematiſcher Name der Ordnungen	Familien der Beutelthiere
III. Pflanzenfreſſende Beutelthiere **Marsupialia Botanophaga**	1. Huf-Beutelthiere (Hufbeutler)	1. Barypoda	1. Stereognathida 2. Nototherida 3. Diprotodontia
	2. Känguruh-Beutelthiere (Springbeutler)	2. Macropoda	4. Plagiaulacida 5. Halmaturida 6. Dendrolagida
	3. Wurzelfreſſende Beutelthiere (Nagebeutler)	3. Rhizophaga	7. Phascolomyida
	4. Früchtefreſſende Beutelthiere (Kletterbeutler)	4. Carpophaga	8. Phascolarctida 9. Phalangistida 10. Petaurida
IV. Fleiſchfreſſende Beutelthiere **Marsupialia Zoophaga**	5. Inſectenfreſſende Beutelthiere (Urbeutler)	5. Cantharophaga	11. Thylacotherida 12. Spalacotherida 13. Myrmecobida 14. Peramelida
	6. Zahnarme Beutelthiere (Rüſſelbeutler)	6. Edentuia	15. Tarsipedina
	7. Raub-Beutelthiere (Raubbeutler)	7. Creophaga	16. Dasyurida 17. Thylacinida 18. Thylacoleonida
	8. Affenfüßige Beutelthiere (Handbeutler)	8. Pedimana	19. Chironectida 20. Didelphyida

Syſtematiſche Ueberſicht der Placentalthiere.

III. Dritte Unterklaſſe der Säugethiere:
Placentner oder Placentalthiere: Placentalia oder Monodelphia.
Säugethiere ohne Kloake, mit Placenta, ohne Beutelknochen.

Legionen der Placentalthiere	Ordnungen der Placentalthiere	Unterordnungen der Placentalthiere	Syſtematiſcher Name der Unterordnungen
III, 1. Indecidua. Placentalthiere ohne Decidua.			
V. Hufthiere **Ungulata**	I. Unpaarhufer *Perissodactyla*	1. Tapirartige	1. Tapiromorpha
		2. Pferdeartige	2. Solidungula
	II. Paarhufer *Artiodactyla*	3. Schweineartige	3. Choeromorpha
		4. Wiederkäuer	4. Ruminantia
VI. Walthiere **Cetacea**	III. Pflanzenwale *Phycoceta*	5. Seerinder	5. Sirenia
	IV. Fleiſchwale *Sarcoceta*	6. Walfiſche	6. Autoceta
		7. Zeuglodonten	7. Zeugloceta
VII. Zahnarme **Edentata**	V. Scharrthiere *Effodientia*	8. Ameiſenfreſſer	8. Vermilinguia
		9. Gürtelthiere	9. Cingulata
	VI. Faulthiere *Bradypoda*	10. Rieſenfaulthiere	10. Gravigrada
		11. Zwergfaulthiere	11. Tardigrada
III, 2. Deciduata. Placentalthiere mit Decidua.			
VIII. Gürtelplacentner **Zonoplacentalia**	VII. Raubthiere *Carnaria*	12. Landraubthiere	12. Carnivora
		13. Seeraubthiere	13. Pinnipedia
	VIII. Scheinhufthiere *Chelophora*	14. Klippdaſſe	14. Lamnungia
		15. Toxodonten	15. Toxodontia
		16. Dinotherien	16. Gonyognatha
		17. Elephanten	17. Proboscidea
IX. Scheibenplacentner **Discoplacentalia**	IX. Halbaffen *Prosimiae*	18. Fingerthiere	18. Leptodactyla
		19. Pelzflatterer	19. Ptenopleura
		20. Langfüßer	20. Macrotarsi
		21. Kurzfüßer	21. Brachytarsi
	X. Nagethiere *Rodentia*	22. Eichhornartige	22. Sciuromorpha
		23. Mäuſeartige	23. Myomorpha
		24. Stachelſchweinartige	24. Hystrichomorpha
		25. Haſenartige	25. Lagomorpha
	XI. Inſectenfreſſer *Insectivora*	26. Blinddarmträger	26. Menotyphla
		27. Blinddarmloſe	27. Lipotyphla
	XII. Flederthiere *Chiroptera*	28. Flederhunde	28. Pterocynes
		29. Fledermäuſe	29. Nycterides
	XIII. Affen *Simiae*	30. Krallenaffen	30. Arctopitheci
		31. Plattnaſen	31. Platyrrhinae
		32. Schmalnaſen	32. Catarrhinae


Menschen
Homines
Elephanten
Proboscidea
Klippdasse
Lamnungia
Scheinhufer
Chelophora
Schmalnasen
Catarrhinae
Plattnasen
Platyrrhinae
Affen
Simiae
Fledermäuse
Nycterides
Flederhunde
Pterocynes
Flederthiere
Chiroptera
Seeraubthiere
Pinnipedia
Landraubthiere
Carnivora
Raubthiere
Carnaria
Nagethiere
Rodentia
Fingerthiere
Leptodactyla
Walfische
Sarcoceta
Lemuren
Brachytarsi
Insectenfresser
Insectivora
Seerinder
Sirenia
Walthiere
Cetacea
Halbaffen
Prosimiae
Deciduathiere
Deciduata
Zahnarme
Edentata
Hufthiere
Ungulata
Deciduatose
Indecidua
Placentalthiere
Placentalia
Pflanzenfressende Beutelthiere
Marsupialia botanophoga
Fleischfressende Beutelthiere
Marsupialia zoophaga
Beutelthiere
Marsupialia
Schnabelthiere
Ornithostoma
Stammsäuger
Promammalia
Kloakenthiere
Monotrema

Diprotodon australis, deſſen Schädel allein drei Fuß lang iſt, übertraf das Flußpferd oder den Hippopotamus, dem es im Ganzen an ſchwerfälligem und plumpem Körperbau glich, noch an Größe. Man kann dieſe ausgeſtorbene Gruppe, welche wahrſcheinlich den rieſigen placentalen Hufthieren der Gegenwart, den Flußpferden und Rhinoceros, entſpricht, wohl als Hufbeutler (Barypoda) bezeichnen. Dieſen ſehr nahe ſteht die Ordnung der Känguruhs oder Springbeutler (Macropoda), die Sie alle aus den zoologiſchen Gärten kennen. Sie entſprechen durch die ſehr verkürzten Vorderbeine, die ſehr verlängerten Hinterbeine und den ſehr ſtarken Schwanz, der als Springſtange dient, den Springmäuſen unter den Nagethieren. Durch ihr Gebiß erinnern ſie dagegen an die Pferde, und durch ihre zuſammengeſetzte Magenbildung an die Wiederkäuer. Eine dritte Ordnung von pflanzenfreſſenden Beutelthieren entſpricht durch ihr Gebiß den Nagethieren, und durch ihre unterirdiſche Lebensweiſe noch beſonders den Wühlmäuſen. Wir können dieſelben daher als Nagebeutler oder wurzelfreſſende Beutelthiere (Rhizophaga) bezeichnen. Sie ſind gegenwärtig nur noch durch das auſtraliſche Wombat (Phascolomys) vertreten. Eine vierte und letzte Ordnung von pflanzenfreſſenden Beutelthieren endlich bilden die Kletterbeutler oder früchtefreſſenden Beutelthiere (Carpophaga), welche in ihrer Lebensweiſe und Geſtalt theils den Eichhörnchen, theils den Affen entſprechen (Phalangista, Phascolarctus).

Die zweite Legion der Marſupialien, die fleiſchfreſſenden Beutelthiere (Zoophaga), zerfallen ebenfalls in vier Hauptgruppen oder Ordnungen. Die älteſte von dieſen iſt die der Urbeutler oder inſectenfreſſenden Beutelthiere (Cantharophaga). Zu dieſer gehören wahrſcheinlich die Stammformen der ganzen Legion, und vielleicht auch der ganzen Unterklaſſe. Wenigſtens gehören alle ſtonesfielder Unterkiefer (mit Ausnahme des erwähnten Stereognathus) inſectenfreſſenden Beutelthieren an, welche in dem jetzt noch lebenden Myrmecobius ihren nächſten Verwandten beſitzen. Doch war bei einem Theile jener oolithiſchen Urbeutler die Zahl der Zähne größer,

als bei allen übrigen bekannten Säugethieren, indem jede Unterkieferhälfte von Thylacotherium 16 Zähne enthielt (3 Schneidezähne, 1 Eckzahn, 6 falsche und 6 wahre Backzähne). Wenn in dem unbekannten Oberkiefer eben so viel Zähne saßen, so hatte Thylacotherium nicht weniger als 64 Zähne, gerade doppelt so viel als der Mensch. Die Urbeutler entsprechen im Ganzen den Insectenfressern unter den Placentalthieren, zu denen Igel, Maulwurf und Spitzmaus gehören. Eine zweite Ordnung, die sich wahrscheinlich aus einem Zweige der ersteren entwickelt hat, sind die Rüsselbeutler oder zahnarmen Beutelthiere (Edentula), welche durch die rüsselförmig verlängerte Schnauze, das verkümmerte Gebiß und die demselben entsprechende Lebensweise an die Zahnarmen oder Edentaten unter den Placentalien, insbesondere an die Ameisenfresser erinnern. Andrerseits entsprechen die Raubbeutler oder Raubbeutelthiere (Creophaga) durch Lebensweise und Bildung des Gebisses den eigentlichen Raubthieren oder Carnivoren unter den Placentalthieren. Es gehören dahin der Beutelmarder (Dasyurus) und der Beutelwolf (Thylacinus) von Neuholland. Obwohl letzterer die Größe des Wolfes erreicht, ist er doch ein Zwerg gegen die ausgestorbenen Beutellöwen Australiens (Thylacoleo), welche mindestens von der Größe des Löwen waren und Reißzähne von mehr als zwei Zoll Länge besaßen. Die achte und letzte Ordnung endlich bilden die Handbeutler oder die affenfüßigen Beutelthiere (Pedimana), welche sowohl in Australien als in Amerika leben. Sie finden sich häufig in zoologischen Gärten, namentlich verschiedene Arten der Gattung Didelphys, unter dem Namen der Beutelratten, Buschratten oder Opossum bekannt. An ihren Hinterfüßen kann der Daumen unmittelbar den vier übrigen Zehen entgegengesetzt werden, wie bei einer Hand, und sie schließen sich dadurch unmittelbar an die Halbaffen oder Prosimien unter den Placentalthieren an. Es wäre möglich, daß diese letzteren wirklich den Handbeutlern nächstverwandt sind und aus längst ausgestorbenen Vorfahren derselben sich entwickelt haben.

Die Genealogie der Beutelthiere ist sehr schwierig zu errathen,

vorzüglich deßhalb, weil wir die ganze Unterklasse nur höchst unvollständig kennen, und die jetzt lebenden Marsupialien offenbar nur die letzten Reste des früheren Formenreichthums darstellen. Vielleicht haben sich die Handbeutler, Raubbeutler, und Rüsselbeutler als drei divergente Aeste aus der gemeinsamen Stammgruppe der Urbeutler entwickelt. In ähnlicher Weise sind vielleicht andrerseits die Nagebeutler, Springbeutler und Hufbeutler als drei auseinandergehende Zweige aus der gemeinsamen pflanzenfressenden Stammgruppe, den Kletterbeutlern hervorgegangen. Kletterbeutler aber und Urbeutler könnten zwei divergente Aeste der gemeinsamen Stammformen aller Beutelthiere sein, der Stammbeutler (Prodidelphia), welche während der älteren Secundärzeit aus den Kloakenthieren entstanden.

Die dritte und letzte Unterklasse der Säugethiere bilden die Placentalthiere oder Placentner (Monodelphia oder Placentalia). Sie ist bei weitem die wichtigste, umfangreichste und vollkommenste von den drei Unterklassen. Denn zu ihr gehören alle bekannten Säugethiere nach Ausschluß der Beutelthiere und Schnabelthiere. Auch der Mensch gehört dieser Unterklasse an und hat sich aus niederen Stufen derselben entwickelt.

Die Placentalthiere unterscheiden sich, wie ihr Name sagt, von den übrigen Säugethieren vor Allem durch den Besitz eines sogenannten Mutterkuchens oder Aderkuchens (Placenta). Das ist ein sehr eigenthümliches und merkwürdiges Organ, welches bei der Ernährung des im Mutterleibe sich entwickelnden Jungen eine höchst wichtige Rolle spielt. Die Placenta oder der Mutterkuchen (auch Nachgeburt genannt) ist ein weicher, schwammiger, rother Körper von sehr verschiedener Form und Größe, welcher zum größten Theile aus einem unentwirrbaren Geflecht von Adern oder Blutgefäßen besteht. Seine Bedeutung beruht auf dem Stoffaustausch des ernährenden Blutes zwischen dem mütterlichen Fruchtbehälter oder Uterus und dem Leibe des Keimes oder Embryon (s. oben S. 266). Weder bei den Beutelthieren, noch bei den Schnabelthieren ist dieses höchst wichtige Organ entwickelt. Von diesen beiden Unterklassen unterscheiden sich

aber auch außerdem die Placentalthiere noch durch manche andere Eigenthümlichkeiten, ſo namentlich durch den Mangel der Beutelknochen, durch die höhere Ausbildung der inneren Geſchlechtsorgane und durch die vollkommenere Entwickelung des Gehirns, namentlich des ſogenannten Schwielenkörpers oder Balkens (Corpus callosum), welcher als mittlere Commiſſur oder Querbrücke die beiden Halbkugeln des großen Gehirns mit einander verbindet. Auch fehlt den Placentalien der eigenthümliche Hakenfortſatz des Unterkiefers, welcher die Beutelthiere auszeichnet. Wie in dieſen anatomiſchen Beziehungen die Beutelthiere zwiſchen den Gabelthieren und Placentalthieren in der Mitte ſtehen, wird Ihnen am beſten durch nachfolgende Zuſammenſtellung der wichtigſten Charaktere der drei Unterklaſſen klar werden.

Drei Unterklaſſen der Säugethiere	Kloakenthiere Monotrema oder Ornithodelphia	Beutelthiere Marsupialia oder Didelphia	Placentalthiere Placentalia oder Monodelphia
1. Kloakenbildung	bleibend	embryonal	embryonal
2. Zitzen der Bruſtdrüſe oder Milchwarzen	fehlend	vorhanden	vorhanden
3. Vordere Schlüſſelbeine oder Claviculae in der Mitte mit dem Bruſtbein zu einem Gabelbein verwachſen	verwachſen	nicht verwachſen	nicht verwachſen
4. Beutelknochen	vorhanden	vorhanden	fehlend
5. Schwielenkörper des Gehirns	nicht entwickelt	nicht entwickelt	ſtark entwickelt
6. Placenta oder Mutterkuchen	fehlend	fehlend	vorhanden

Die Placentalthiere ſind in weit höherem Maaße mannichfaltig differenzirt und vervollkommnet, als die Beutelthiere, und man hat daher dieſelben längſt in eine Anzahl von Ordnungen gebracht, die ſich hauptſächlich durch die Bildung des Gebiſſes und der Füße unterſcheiden. Noch wichtiger aber, als dieſe, iſt die verſchiedenartige Ausbildung der Placenta und die Art ihres Zuſammenhanges mit dem mütterlichen Fruchtbehälter. Bei den niederen drei Hauptordnungen der Placentalthiere nämlich, bei den Hufthieren, Walthieren und

Zahnarmen, entwickelt sich zwischen dem mütterlichen und kindlichen Theil der Placenta nicht jene eigenthümliche schwammige Haut, welche man als hinfällige Haut oder Decidua bezeichnet. Diese findet sich ausschließlich bei den sieben höher stehenden Ordnungen der Placentalthiere, und wir können diese letzteren daher nach Huxley in der Hauptgruppe der Deciduathiere (Deciduata) vereinigen. Diesen stehen die drei erstgenannten Legionen als Decidualose (Indecidua) gegenüber.

Die Placenta unterscheidet sich bei den verschiedenen Ordnungen der Placentalthiere aber nicht allein durch die wichtigen inneren Structurverschiedenheiten, welche mit dem Mangel oder der Anwesenheit einer Decidua verbunden sind, sondern auch durch die äußere Form des Mutterkuchens selbst. Bei den Indeciduen besteht derselbe meistens aus zahlreichen einzelnen, zerstreuten Gefäßknöpfen oder Zotten, und man kann daher diese Gruppe auch als Zottenplacentner (Villiplacentalia) bezeichnen. Bei den Deciduaten dagegen sind die einzelnen Gefäßzotten zu einem zusammenhängenden Kuchen vereinigt, und dieser erscheint in zweierlei verschiedener Gestalt. In den einen nämlich umgiebt er den Embryo in Form eines geschlossenen Gürtels oder Ringes, so daß nur die beiden Pole der länglichrunden Eiblase von Zotten frei bleiben. Das ist der Fall bei den Raubthieren (Carnaria) und den Scheinhufern (Chelophora), die man deßhalb als Gürtelplacentner (Zonoplacentalia) zusammenfassen kann. In den anderen Deciduathieren dagegen, zu welchen auch der Mensch gehört, bildet die Placenta eine einfache runde Scheibe, und wir nennen sie daher Scheibenplacentner (Discoplacentalia). Das sind die fünf Ordnungen der Halbaffen, Nagethiere, Insectenfresser, Flederthiere und Affen, von welchen letzteren auch der Mensch im zoologischen Systeme nicht zu trennen ist.

Daß die Placentalthiere erst aus den Beutelthieren sich entwickelt haben, darf auf Grund ihrer vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte als ganz sicher angesehen werden, und wahrscheinlich fand diese höchst wichtige Entwickelung, die erste Entstehung der Pla-

centa, erſt im Beginn der Tertiärzeit, während der Eocen-Periode, ſtatt. Dagegen gehört zu den ſchwierigſten Fragen der thieriſchen Genealogie die wichtige Unterſuchung, ob alle Placentalthiere aus einem oder aus mehreren getrennten Zweigen der Beutlergruppe entſtanden ſind, mit anderen Worten, ob die Entſtehung der Placenta einmal oder mehrmal ſtatt hatte. Als ich vor vier Jahren in meiner generellen Morphologie zum erſten Male den Stammbaum der Säugethiere zu begründen verſuchte, zog ich auch hier, wie meiſtens, die monophyletiſche oder einwurzelige Deſcendenzhypotheſe der polyphyletiſchen oder vielwurzeligen vor. Ich nahm an, daß alle Placentner von einer einzigen Beutelthierform abſtammten, die zum erſten Male eine Placenta zu bilden begann. Dann wären die Villiplacentalien, Zonoplacentalien und Discoplacentalien vielleicht als drei divergente Aeſte jener gemeinſamen placentalen Stammform aufzufaſſen, oder man könnte auch denken, daß die beiden letzteren, die Deciduaten, ſich erſt ſpäter aus den Indeciduen entwickelt hätten, die ihrerſeits unmittelbar aus den Beutlern entſtanden ſeien. Jedoch giebt es andrerſeits auch gewichtige Gründe für die andere Alternative, daß nämlich mehrere von Anfang verſchiedene Placentnergruppen aus mehreren verſchiedenen Beutlergruppen entſtanden ſeien, daß alſo die Placenta ſelbſt ſich mehrmals unabhängig von einander gebildet habe. Dies iſt unter anderen die Anſicht des ausgezeichnetſten engliſchen Zoologen, Huxley's. In dieſem Falle wären zunächſt als zwei ganz getrennte Gruppen vielleicht die Indeciduen und Deciduaten aufzufaſſen. Von den Indeciduen wäre möglicherweiſe die Ordnung der Hufthiere, als die Stammgruppe, aus den pflanzenfreſſenden Hufbeutlern oder Barypoden entſtanden. Unter den Deciduaten dagegen würde vielleicht die Ordnung der Halbaffen, als gemeinſame Stammgruppe der übrigen Ordnungen, aus den Handbeutlern oder Pedimanen entſtanden ſein. Es wäre aber auch denkbar, daß die Deciduaten ſelbſt wieder aus mehreren verſchiedenen Beutler-Ordnungen entſtanden ſeien, die Raubthiere z. B. aus den Raubbeutlern, die Nagethiere aus den Nagebeutlern, die Halbaffen aus den Handbeutlern u. ſ. w. Da wir

zur Zeit noch kein genügendes Erfahrungsmaterial besitzen, um diese äußerst schwierige Frage zu lösen, so lassen wir dieselbe auf sich beruhen, und wenden uns zur Geschichte der verschiedenen Placentner-Ordnungen, deren Stammbaum sich im Einzelnen oft in großer Vollständigkeit feststellen läßt.

Als die Stammgruppe der Decidualosen oder Zottenplacentner müssen wir, wie schon bemerkt, die Ordnung der Hufthiere (Ungulata) auffassen, aus welcher sich die beiden anderen Ordnungen, Walthiere und Zahnarme, wahrscheinlich erst später als zwei divergente Gruppen durch Anpassung an sehr verschiedene Lebensweise entwickelt haben. Doch sind die Zahnarmen oder Edentaten vielleicht auch ganz anderen Ursprungs.

Die Hufthiere gehören in vieler Beziehung zu den wichtigsten und interessantesten Säugethieren. Sie zeigen deutlich, wie uns das wahre Verständniß der natürlichen Verwandtschaft der Thiere niemals allein aus dem Studium der noch lebenden Formen, sondern stets nur durch gleichmäßige Berücksichtigung ihrer ausgestorbenen und versteinerten Blutsverwandten und Vorfahren erschlossen werden kann. Wenn man in herkömmlicher Weise allein die lebenden Hufthiere berücksichtigt, so erscheint es ganz naturgemäß, dieselben in drei gänzlich verschiedene Ordnungen einzutheilen, nämlich 1, die Pferde oder Einhufer (Solidungula oder Equina); 2, die Wiederkäuer oder Zweihufer (Bisulca oder Ruminantia); und 3, die Dickhäuter oder Vielhufer (Multungula oder Pachyderma). Sobald man aber die ausgestorbenen Hufthiere der Tertiärzeit mit in Betracht zieht, von denen wir sehr zahlreiche und wichtige Reste besitzen, so zeigt sich bald, daß jene Eintheilung, namentlich aber die Begrenzung der Dickhäuter, eine ganz künstliche ist, und daß diese drei Gruppen nur abgeschnittene Aeste des Hufthierstammbaums sind, welche durch ausgestorbene Zwischenformen auf das engste verbunden sind. Die eine Hälfte der Dickhäuter, Nashorn, Tapir und Paläotherien zeigen sich auf das nächste mit den Pferden verwandt, und besitzen gleich diesen unpaarzehige Füße. Die andere Hälfte der Dickhäuter dagegen,

Schweine, Flußpferde und Anoplotherien, sind durch ihre paarzehigen Füße viel enger mit den Wiederkäuern, als mit jenen ersteren verbunden. Wir müssen daher zunächst als zwei natürliche Hauptgruppen unter den Hufthieren die beiden Ordnungen der Paarhufer und der Unpaarhufer unterscheiden, welche sich als zwei divergente Aeste aus der alttertiären Stammgruppe der Stammhufer oder Prochelen entwickelt haben.

Die Ordnung der Unpaarhufer (Perissodactyla) umfaßt diejenigen Ungulaten, bei denen die mittlere (oder dritte) Zehe des Fußes viel stärker als die übrigen entwickelt ist, so daß sie die eigentliche Mitte des Hufes bildet. Es gehört hierher zunächst die uralte gemeinsame Stammgruppe aller Hufthiere, die Stammhufer (Prochela), welche schon in den ältesten eocenen Schichten versteinert vorkommen (Lophiodon, Coryphodon, Pliolophus). An diese schließt sich unmittelbar derjenige Zweig derselben an, welcher die eigentliche Stammform der Unpaarhufer ist, die Paläotherien, welche fossil im oberen Eocen und unteren Miocen vorkommen. Aus den Paläotherien haben sich später als zwei divergente Zweige einerseits die Nashörner (Nasicornia) und Nashornpferde (Elasmotherida), andrerseits die Tapire, Lamatapire und Urpferde entwickelt. Die längst ausgestorbenen Urpferde oder Anchitherien vermittelten den Uebergang von den Paläotherien und Tapiren zu den Mittelpferden oder Hipparionen, die den noch lebenden echten Pferden schon ganz nahe stehen.

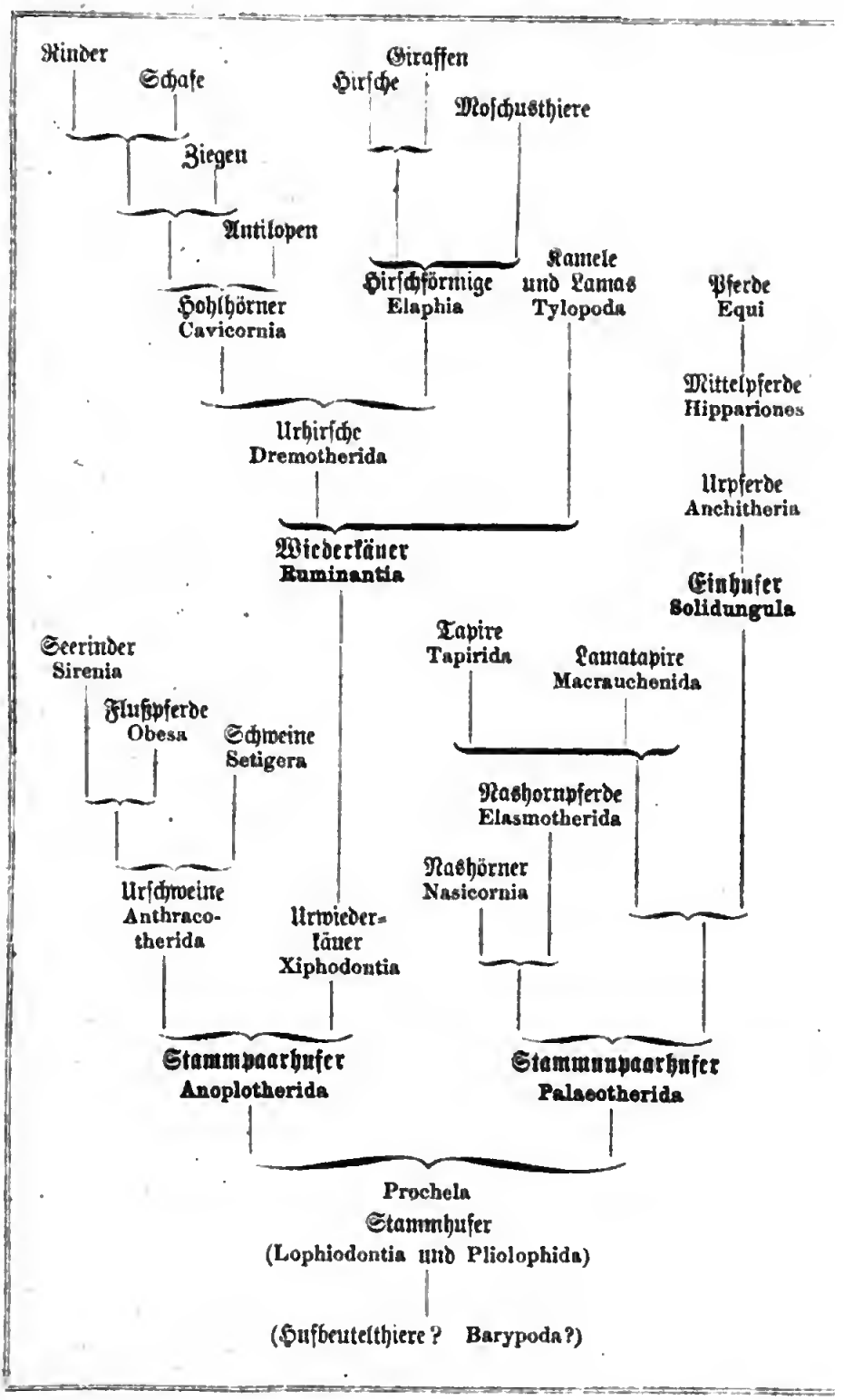
Die zweite Hauptgruppe der Hufthiere, die Ordnung der Paarhufer (Artiodactyla) enthält diejenigen Hufthiere, bei denen die mittlere (dritte) und die vierte Zehe des Fußes nahezu gleich stark entwickelt sind, so daß die Theilungsebene zwischen Beiden die Mitte des ganzen Fußes bildet. Sie zerfällt in die beiden Unterordnungen der Schweineförmigen und der Wiederkäuer. Zu den Schweineförmigen (Choeromorpha) gehört zunächst der andere Zweig der Stammhufer, die Anoplotherien, welche wir als die gemeinsame Stammform aller Paarhufer oder Artiodactylen betrachten (Dichobune etc.).

Syſtematiſche Ueberſicht

der Sectionen und Familien der Hufthiere oder Ungulaten.

(N.B. Die ausgeſtorbenen Familien ſind durch ein † bezeichnet.)

Ordnungen der Hufthiere	Sectionen der Hufthiere		Familien der Hufthiere	Syſtematiſcher Name der Familien
I. Unpaarzehige Hufthiere Ungulata perissodactyla	I. Stammhufer † *Prochela*		1. Lophiodonten	1. Lophiodontia †
			2. Pliolophiden	2. Pliolophida †
	II. Tapirförmige *Tapiromorpha*		3. Stammunpaarhufer	3. Palaeotherida †
			4. Lamatapire	4. Macrauchenida †
			5. Tapire	5. Tapirida
			6. Nashörner	6. Nasicornia
			7. Nashornpferde	7. Elasmotherida †
	III. Einhufer *Solidungula*		8. Urpferde	8. Anchitherida †
			9. Pferde	9. Equina
II. Paarzehige Hufthiere Ungulata artiodactyla	IV. Schweineförmige *Choeromorpha*		10. Stammpaarhufer	10. Anoplotherida †
			11. Urſchweine	11. Anthracotherida †
			12. Schweine	12. Setigera
			13. Flußpferde	13. Obesa
			14. Urwiederkäuer	14. Xiphodontia †
	V. Wiederkäuer *Ruminantia*	A. Hirſchförmige *Elaphia*	a. 15. Urhirſche	15. Dremotherida †
			a. 16. Scheinmoſchusthiere	16. Tragulida
			b. 17. Moſchusthiere	17. Moschida
			18. Hirſche	18. Cervina
			c. 19. Urgiraffen	19. Sivatherida †
			c. 20. Giraffen	20. Devexa
		B. Hohlhörner *Cavicornia*	d. 21. Urgazellen	21. Antilocaprina
			d. 22. Gazellen	22. Antilopina
			e. 23. Ziegen	23. Caprina
			e. 24. Schafe	24. Ovina
			e. 25. Rinder	25. Bovina
		C. Schwielenfüßer *Tylopoda*	26. Lamas	26. Auchenida
			27. Kamele	27. Camelida


Rinder
Schafe
Ziegen
Antilopen
Giraffen
Hirsche
Moschusthiere
Hohlhörner
Cavicornia
Hirschförmige
Elaphia
Kamele
und Lamas
Tylopoda
Pferde
Equi
Mittelpferde
Hipparionos
Urpferde
Anchitheria
Einhufer
Solidungula
Urhirsche
Dremotherida
Wiederkäuer
Ruminantia
Seerinder
Sirenia
Flußpferde
Obesa
Schweine
Setigera
Tapire
Tapirida
Lamatapire
Macrauchenida
Nashornpferde
Elasmotherida
Nashörner
Nasicornia
Urschweine
Anthraco-
therida
Urwieder-
käuer
Xiphodontia
Stammpaarhufer
Anoplotherida
Stammunpaarhufer
Palaeotherida
Prochela
Stammhufer
(Lophiodontia und Pliolophida)
(Hufbeutelthiere? Barypoda?)

Aus den Anoplotheriden entsprangen als zwei divergente Zweige einerseits die Urschweine oder Anthrakotherien, welche zu den Schweinen und Flußpferden, andrerseits die Xiphodonten, welche zu den Wiederkäuern hinüberführten. Die ältesten Wiederkäuer (Ruminantia) sind die Urhirsche oder Dremotherien, aus denen vielleicht als drei divergente Zweige die Hirschförmigen (Elaphia), die Hohlhörnigen (Cavicornia) und die Kamele (Tylopoda) sich entwickelt haben. Doch sind die letzteren in mancher Beziehung mehr den Unpaarhufern als den echten Paarhufern verwandt. Wie sich die zahlreichen Familien der Hufthiere dieser genealogischen Hypothese entsprechend gruppiren, zeigt Ihnen vorstehende systematische Uebersicht (S. 554).

Aus Hufthieren, welche sich an das ausschließliche Leben im Wasser gewöhnten, und dadurch fischähnlich umbildeten, ist wahrscheinlich die merkwürdige Legion der Walthiere (Cetacea) entsprungen. Obwohl diese Thiere äußerlich manchen echten Fischen sehr ähnlich erscheinen, sind sie dennoch, wie schon Aristoteles erkannte, echte Säugethiere. Durch ihren gesammten inneren Bau, sofern derselbe nicht durch Anpassung an das Wasserleben verändert ist, stehen sie den Hufthieren von allen übrigen bekannten Säugethieren am nächsten, und theilen namentlich mit ihnen den Mangel der Decidua und die zottenförmige Placenta. Noch heute bildet das Flußpferd (Hippopotamus) eine Art von Uebergangsform zu den Seerindern (Sirenia), und es ist demnach das wahrscheinlichste, daß die ausgestorbenen Stammformen der Cetaceen den heutigen Seerindern am nächsten standen, und sich aus Paarhufern entwickelten, welche dem Flußpferd verwandt waren. Aus der Ordnung der pflanzenfressenden Walthiere (Phycoceta), zu welcher die Seerinder gehören, und welche demnach wahrscheinlich die Stammformen der Legion enthält, scheint sich späterhin die andere Ordnung der fleischfressenden Walthiere (Sarcoceta) entwickelt zu haben. Doch nimmt Huxley an, daß diese letzteren ganz anderen Ursprungs und aus den Raubthieren (zunächst aus den Pinnipedien) entstanden seien. Von den Sarkoceten sind die ausgestorbenen riesigen Zeuglodonten (Zeu-

gloceta), deren foſſile Skelete vor einiger Zeit als angebliche „Seeſchlangen" (Hydrarchus) großes Aufſehen erregten, vermuthlich nur ein eigenthümlich entwickelter Seitenzweig der eigentlichen Walfiſche (Autoceta), zu denen außer den coloſſalen Bartenwalen auch die Potwale, Delphine, Narwale, Seeſchweine u. ſ. w. gehören.

Die dritte und letzte Legion der Indeciduen oder Sparſiplacentalien bildet die ſeltſame Gruppe der Zahnarmen (Edentata). Sie iſt aus den beiden Ordnungen der Scharrthiere und der Faulthiere zuſammengeſetzt. Die Ordnung der Scharrthiere (Effodientia) beſteht aus den beiden Unterordnungen der Ameiſenfreſſer (Vermilinguia), zu denen auch die Schuppenthiere gehören, und der Gürtelthiere (Cingulata), die früher durch die rieſigen Glyptodonten vertreten waren. Die Ordnung der Faulthiere (Tardigrada) beſteht aus den beiden Unterordnungen der kleinen jetzt noch lebenden Zwergfaulthiere (Bradypoda) und der ausgeſtorbenen ſchwerfälligen Rieſenfaulthiere (Gravigrada). Die ungeheuren verſteinerten Reſte dieſer coloſſalen Pflanzenfreſſer deuten darauf hin, daß die ganze Legion im Ausſterben begriffen und die heutigen Zahnarmen nur ein dürftiger Reſt von den gewaltigen Edentaten die Diluvialzeit ſind. Die nahen Beziehungen der noch heute lebenden Edentaten Südamerikas zu den ausgeſtorbenen Rieſenformen, die ſich neben jenen in demſelben Erdtheil finden, machten auf Darwin bei ſeinem erſten Beſuche Südamerikas einen ſolchen Eindruck, daß ſie ſchon damals den Grundgedanken der Deſcendenztheorie in ihm anregten (ſ. oben S. 119). Uebrigens iſt die Genealogie gerade dieſer Legion ſehr ſchwierig. Vielleicht ſind die Edentaten nichts weiter, als ein eigenthümlich entwickelter Seitenzweig der Ungulaten; vielleicht liegt aber auch ihre Wurzel ganz wo anders.

Wir verlaſſen nun die erſte Hauptgruppe der Placentner, die Decidualoſen, und wenden uns zur zweiten Hauptgruppe, den Deciduathieren (Deciduata), welche ſich von jenen ſo weſentlich durch den Beſitz einer hinfälligen Haut oder Decidua während des Embryolebens unterſcheiden. Hier begegnen wir zuerſt einer ſehr

merkwürdigen kleinen Thiergruppe, welche zum größten Theile ausgestorben ist, und zu welcher wahrscheinlich die alttertiären (oder eocenen) Vorfahren des Menschen gehört haben. Das sind die Halbaffen oder Lemuren (Prosimiae). Diese sonderbaren Thiere sind wahrscheinlich wenig veränderte Nachkommen von der uralten Placentnergruppe, die wir als die gemeinsame Stammform aller Deciduathiere zu betrachten haben. Sie wurden bisher mit den Affen in einer und derselben Ordnung, die Blumenbach als Vierhänder (Quadrumana) bezeichnete, vereinigt. Indessen trenne ich sie von diesen gänzlich, nicht allein deshalb, weil sie von allen Affen viel mehr abweichen, als die verschiedensten Affen von einander, sondern auch, weil sie die interessantesten Uebergangsformen zu den übrigen Ordnungen der Deciduaten enthalten. Ich schließe daraus, daß die wenigen jetzt noch lebenden Halbaffen, welche überdies unter sich sehr verschieden sind, die letzten überlebenden Reste von einer fast ausgestorbenen, einstmals formenreichen Stammgruppe darstellen, aus welcher sich alle übrigen Deciduaten (vielleicht mit der einzigen Ausnahme der Raubthiere und der Scheinhufer) als divergente Zweige entwickelt haben. Die alte Stammgruppe der Halbaffen selbst hat sich vermuthlich aus den Handbeutlern oder affenfüßigen Beutelthieren (Pedimana) entwickelt, welche in der Umbildung ihrer Hinterfüße zu einer Greifhand ihnen auffallend gleichen. Die uralten (wahrscheinlich in der Eocen-Periode entstandenen) Stammformen selbst sind natürlich längst ausgestorben, ebenso die allermeisten Uebergangsformen zwischen denselben und den übrigen Deciduaten-Ordnungen. Aber einzelne Reste der letzteren haben sich in den heute noch lebenden Halbaffen erhalten. Unter diesen bildet das merkwürdige Fingerthier von Madagaskar (Chiromys madagascariensis) den Rest der Leptodactylen-Gruppe und den Uebergang zu den Nagethieren. Der seltsame Pelzflatterer der Südsee-Inseln und Sunda-Inseln (Galeopithecus), das einzige Ueberbleibsel der Ptenopleuren-Gruppe, ist eine vollkommene Zwischenstufe zwischen den Halbaffen und Flederthieren. Die Langfüßer (Tarsius, Otolicnus)

bilden den letzten Rest desjenigen Stammzweiges (Macrotarsi), aus dem sich die Insectenfresser entwickelten. Die Kurzfüßer endlich (Brachytarsi) vermitteln den Anschluß an die echten Affen. Zu den Kurzfüßern gehören die langschwänzigen Maki (Lemur), und die kurzschwänzigen Indri (Lichanotus) und Lori (Stenops), von denen namentlich die letzteren sich den vermuthlichen Vorfahren des Menschen unter den Halbaffen sehr nahe anzuschließen scheinen. Sowohl die Kurzfüßer als die Langfüßer leben weit zerstreut auf den Inseln des südlichen Asiens und Afrikas, namentlich auf Madagaskar, einige auch auf dem afrikanischen Festlande. Kein Halbaffe ist bisher lebend oder fossil in Amerika gefunden. Alle führen eine einsame, nächtliche Lebensweise und klettern auf Bäumen umher (vergl. S. 321).

Unter den sechs übrigen Deciduaten-Ordnungen, welche wahrscheinlich alle von längst ausgestorbenen Halbaffen abstammen, ist auf der niedrigsten Stufe die formenreiche Ordnung der Nagethiere (Rodentia) stehen geblieben. Unter diesen stehen die Eichhornartigen (Sciuromorpha) den Fingerthieren am nächsten. Aus dieser Stammgruppe haben sich wahrscheinlich als zwei divergente Zweige die Mäuseartigen (Myomorpha) und die Stachelschweinartigen (Hystrichomorpha) entwickelt, von denen jene durch eocene Myoxiden, diese durch eocene Psammorycticen unmittelbar mit den Eichhornartigen zusammenhängen. Die vierte Unterordnung, die Hasenartigen (Lagomorpha), haben sich wohl erst später aus einer von jenen drei Unterordnungen entwickelt.

An die Nagethiere schließt sich sehr eng die merkwürdige Ordnung der Scheinhufer (Chelophora) an. Von diesen leben heutzutage nur noch zwei, in Asien und Afrika einheimische Gattungen, nämlich die Elephanten (Elephas) und die Klippdasse (Hyrax). Beide wurden bisher gewöhnlich zu den echten Hufthieren oder Ungulaten gestellt, mit denen sie in der Hufbildung der Füße übereinstimmen. Allein eine gleiche Umbildung der ursprünglichen Nägel oder Krallen zu Hufen findet sich auch bei echten Nagethieren, und gerade unter diesen Hufnagethieren (Subungulata), welche ausschließ-

lich Südamerika bewohnen, finden sich neben kleineren Thieren (z. B. Meerschweinchen und Goldhasen) auch die größten aller Nagethiere, die gegen vier Fuß langen Wasserschweine (Hydrochoerus capybara). Die Klippdasse, welche auch äußerlich den Nagethieren, namentlich den Hufnagern sehr ähnlich sind, wurden bereits früher von einigen berühmten Zoologen als eine besondere Unterordnung (Lamnungia) wirklich zu den Nagethieren gestellt. Dagegen betrachtete man die Elephanten, falls man sie nicht zu den Hufthieren rechnete, gewöhnlich als Vertreter einer besonderen Ordnung, welche man Rüsselthiere (Proboscidea) nannte. Nun stimmen aber die Elephanten und Klippdasse merkwürdig in der Bildung ihrer Placenta überein, und entfernen sich dadurch jedenfalls gänzlich von den Hufthieren. Diese letzteren besitzen niemals eine Decidua, während Elephant und Hyrax echte Deciduaten sind. Allerdings ist die Placenta derselben nicht scheibenförmig, sondern gürtelförmig, wie bei den Raubthieren. Allein es ist leicht möglich, daß sich die gürtelförmige Placenta erst secundär aus der scheibenförmigen entwickelt hat. In diesem Falle könnte man daran denken, daß die Scheinhufer aus einem Zweige der Nagethiere, und ähnlich vielleicht die Raubthiere aus einem Zweige der Insectenfresser sich entwickelt haben. Jedenfalls stehen die Elephanten und die Klippdasse auch in anderen Beziehungen, namentlich in der Bildung wichtiger Skelettheile, der Gliedmaßen u. s. w., den Nagethieren, und namentlich den Hufnagern, näher als den echten Hufthieren. Dazu kommt noch, daß mehrere ausgestorbene Formen, namentlich die merkwürdigen südamerikanischen Pfeilzähner (Toxodontia) in mancher Beziehung zwischen Elephanten und Nagethieren in der Mitte stehen. Daß die noch jetzt lebenden Elephanten und Klippdasse nur die letzten Ausläufer von einer einstmals formenreichen Gruppe von Scheinhufern sind, wird nicht allein durch die sehr zahlreichen versteinerten Arten von Elephant und Mastodon bewiesen (unter denen manche noch größer, manche aber auch viel kleiner, als die jetzt lebenden Elephanten sind), sondern auch durch die merkwürdigen miocenen Di-

notherien (Gonyognatha), zwischen denen und den nächstverwandten Elephanten noch eine lange Reihe von unbekannten verbindenden Zwischenformen liegen muß. Alles zusammengenommen ist heutzutage die wahrscheinlichste von allen Hypothesen, die man sich über die Entstehung und die Verwandtschaft der Elephanten, Dinotherien, Toxodonten und Klippdasse bilden kann, daß dieselben die letzten Ueberbleibsel einer formenreichen Gruppe von Scheinhufern sind, die sich aus den Nagethieren, und zwar wahrscheinlich aus Verwandten der Subungulaten, entwickelt hatte.

Die Ordnung der Insectenfresser (Insectivora) ist eine sehr alte Gruppe, welche der gemeinsamen ausgestorbenen Stammform der Deciduaten, und also auch den heutigen Halbaffen nächstverwandt ist. Sie hat sich wahrscheinlich aus Halbaffen entwickelt, welche den heute noch lebenden Langfüßern (Macrotarsi) nahe standen. Sie spaltet sich in zwei Ordnungen, Menotyphla und Lipotyphla. Von diesen sind die älteren wahrscheinlich die Menotyphlen, welche sich durch den Besitz eines Blinddarms oder Typhlon von den Lipotyphlen unterscheiden. Zu den Menotyphlen gehören die kletternden Tupajas der Sunda-Inseln und die springenden Makroscelides Afrikas. Die Lipotyphlen sind bei uns durch die Spitzmäuse, Maulwürfe und Igel vertreten. Durch Gebiß und Lebensweise schließen sich die Insectenfresser mehr den Raubthieren, durch die scheibenförmige Placenta und die großen Samenblasen dagegen mehr den Nagethieren an.

Wahrscheinlich aus einem längst ausgestorbenen Zweige der Insectenfresser hat sich schon im Beginn der Eocen-Zeit die Ordnung der Raubthiere (Carnaria) entwickelt. Das ist eine sehr formenreiche, aber doch sehr einheitlich organisirte und natürliche Gruppe. Die Raubthiere werden wohl auch Gürtelplacentner (Zonoplacentalia) im engeren Sinne genannt, obwohl eigentlich gleicherweise die Scheinhufer oder Chelophoren diese Bezeichnung verdienen. Da aber diese letzteren im Uebrigen näher den Nagethieren als den Raubthieren verwandt sind, haben wir sie schon dort besprochen. Die Raubthiere zerfallen in zwei, äußerlich sehr verschiedene, aber innerlich nächst

verwandte Unterordnungen, die Landraubthiere und die Seeraubthiere. Zu den Landraubthieren (Carnivora) gehören die Bären, Hunde, Katzen u. s. w., deren Stammbaum sich mit Hülfe vieler ausgestorbener Zwischenformen annähernd errathen läßt. Zu den Seeraubthieren oder Robben (Pinnipedia) gehören die Seebären, Seehunde, Seelöwen, und als eigenthümlich angepaßte Seitenlinie die Walrosse oder Walrobben. Obwohl die Seeraubthiere äußerlich den Landraubthieren sehr unähnlich erscheinen, sind sie denselben dennoch durch ihren inneren Bau, ihr Gebiß und ihre eigenthümliche, gürtelförmige Placenta nächst verwandt und offenbar aus einem Zweige derselben, vermuthlich den Marderartigen (Mustelina) hervorgegangen. Noch heute bilden unter den letzteren die Fischottern (Lutra) und noch mehr die Seeottern (Enhydris) eine unmittelbare Uebergangsform zu den Robben, und zeigen uns deutlich, wie der Körper der Landraubthiere durch Anpassung an das Leben im Wasser robbenähnlich umgebildet wird, und wie aus den Gangbeinen der ersteren die Ruderflossen der Seeraubthiere entstanden sind. Die letzteren verhalten sich demnach zu den ersteren ganz ähnlich, wie unter den Indeciduen die Walthiere zu den Hufthieren. In gleicher Weise wie das Flußpferd noch heute zwischen den extremen Zweigen der Rinder und der Seerinder in der Mitte steht, bildet die Seeotter noch heute eine übriggebliebene Zwischenstufe zwischen den weit entfernten Zweigen der Hunde und der Seehunde. Hier wie dort hat die gänzliche Umgestaltung der äußeren Körperform, welche durch Anpassung an ganz verschiedene Lebensbedingungen bewirkt wurde, die tiefe Grundlage der erblichen inneren Eigenthümlichkeiten nicht zu verwischen vermocht.

Nach der vorher erwähnten Ansicht von Huxley würden übrigens bloß die pflanzenfressenden Walthiere (Sirenia) von den Hufthieren abstammen, die fleischfressenden Cetaceen (Sarcoceta) dagegen von den Seeraubthieren; zwischen den beiden letzteren sollen die Zeuglodonten einen Uebergang herstellen. In diesem Falle würde aber die sehr nahe anatomische Verwandtschaft zwischen den pflanzenfressenden und

fleiſchfreſſenden Cetaceen ſchwer zu begreifen ſein. Die ſonderbaren Eigenthümlichkeiten, durch welche ſich beide Gruppen von den übrigen Säugethieren im inneren und äußeren Bau ſo auffallend unterſcheiden, würden dann bloß als Analogien (durch gleichartige Anpaſſung bedingt), nicht als Homologien (von einer gemeinſamen Stammform vererbt) aufzufaſſen ſein. Das letztere kommt mir aber viel wahrſcheinlicher vor, und daher habe ich auch alle Cetaceen als eine ſtammverwandte Gruppe unter den deciduoloſen ſtehen laſſen.

Ebenſo wie die Raubthiere, ſteht den Inſectenfreſſern ſehr nahe die merkwürdige Ordnung der fliegenden Säugethiere oder Flederthiere (Chiroptera). Sie hat ſich durch Anpaſſung an fliegende Lebensweiſe in ähnlicher Weiſe auffallend umgebildet, wie die Seeraubthiere durch Anpaſſung an ſchwimmende Lebensweiſe. Wahrſcheinlich hat auch dieſe Ordnung ihre Wurzel in den Halbaffen, mit denen ſie noch heute durch die Pelzflatterer (Galeopithecus) eng verbunden iſt. Von den beiden Unterordnungen der Flederthiere haben ſich wahrſcheinlich die inſectenfreſſenden oder Fledermäuſe (Nycterides) erſt ſpäter aus den früchtefreſſenden oder Flederhunden (Pterocynes) entwickelt; denn die letzteren ſtehen in mancher Beziehung den Halbaffen noch näher als die erſteren.

Als letzte Säugethierordnung hätten wir nun endlich noch die echten Affen (Simiae) zu beſprechen. Da aber im zoologiſchen Syſteme zu dieſer Ordnung auch das Menſchengeſchlecht gehört, und da daſſelbe ſich aus einem Zweige dieſer Ordnung ohne allen Zweifel hiſtoriſch entwickelt hat, ſo wollen wir die genauere Unterſuchung ihres Stammbaumes und ihrer Geſchichte einem beſonderen Vortrage vorbehalten.

Zweiundzwanzigster Vortrag.

Urſprung und Stammbaum des Menſchen.

Die Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen. Unermeßliche Bedeutung und logiſche Nothwendigkeit derſelben. Stellung des Menſchen im natürlichen Syſtem der Thiere, insbeſondere unter den discoplacentalen Säugethieren. Unberechtigte Trennung der Vierhänder und Zweihänder. Berechtigte Trennung der Halbaffen von den Affen. Stellung des Menſchen in der Ordnung der Affen. Schmalnaſen (Affen der alten Welt) und Plattnaſen (amerikaniſche Affen). Unterſchiede beider Gruppen. Entſtehung des Menſchen aus Schmalnaſen. Menſchenaffen oder Anthropoiden. Afrikaniſche Menſchenaffen (Gorilla und Schimpanſe). Aſiatiſche Menſchenaffen (Orang und Gibbon). Vergleichung der verſchiedenen Menſchenaffen und der verſchiedenen Menſchenraſſen. Ueberſicht der Ahnenreihe des Menſchen. Wirbelloſe Ahnen (Prochordaten) und Wirbelthier-Ahnen.

Meine Herren! Von allen einzelnen Fragen, welche durch die Abſtammungslehre beantwortet werden, von allen beſonderen Folgerungen, die wir aus derſelben ziehen müſſen, iſt keine einzige von ſolcher Bedeutung, als die Anwendung dieſer Lehre auf den Menſchen ſelbſt. Wie ich ſchon im Beginn dieſer Vorträge (S. 6) hervorgehoben habe, müſſen wir aus dem allgemeinen Inductionsgeſetze der Deſcendenztheorie mit der unerbittlichen Nothwendigkeit ſtrengſter Logik den beſonderen Deductionsſchluß ziehen, daß der Menſch ſich aus niederen Wirbelthieren, und zunächſt aus affenartigen Säugethieren allmählich und ſchrittweiſe entwickelt hat. Daß dieſe Lehre ein unzertrennlicher Beſtandtheil der Abſtammungslehre, und ſomit auch der allgemeinen Entwickelungstheorie überhaupt iſt, das wird

ebenso von allen denkenden Anhängern, wie von allen folgerichtig schließenden Gegnern derselben anerkannt.

Wenn diese Lehre aber wahr ist, so wird die Erkenntniß vom thierischen Ursprung und Stammbaum des Menschengeschlechts nothwendig tiefer, als jeder andere Fortschritt des menschlichen Geistes, in die Beurtheilung aller menschlichen Verhältnisse und zunächst in das Getriebe aller menschlichen Wissenschaften eingreifen. Sie muß früher oder später eine vollständige Umwälzung in der ganzen Weltanschauung der Menschheit hervorbringen. Ich bin der festen Ueberzeugung, daß man in Zukunft diesen unermeßlichen Fortschritt in der Erkenntniß als Beginn einer neuen Entwickelungsperiode der Menschheit feiern wird. Er läßt sich vergleichen mit dem Schritt des Copernicus, der zum ersten Male klar auszusprechen wagte, daß die Sonne sich nicht um die Erde bewege, sondern die Erde um die Sonne. Ebenso wie durch das Weltsystem des Copernicus und seiner Nachfolger die geocentrische Weltanschauung des Menschen umgestoßen wurde, die falsche Ansicht, daß die Erde der Mittelpunkt der Welt sei, und daß sich die ganze übrige Welt um die Erde drehe, ebenso wird durch die, schon von Lamarck versuchte Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen die anthropocentrische Weltanschauung umgestoßen, der eitle Wahn, daß der Mensch der Mittelpunkt der irdischen Natur und das ganze Getriebe derselben nur dazu da sei, um dem Menschen zu dienen. In gleicher Weise, wie das Weltsystem des Copernicus durch Newton's Gravitationstheorie mechanisch begründet wurde, sehen wir später die Descendenztheorie des Lamarck durch Darwin's Selectionstheorie ihre ursächliche Begründung erlangen. Ich habe diesen in mehrfacher Hinsicht lehrreichen Vergleich in meinen Vorträgen „über die Entstehung und den Stammbaum des Menschengeschlechts" weiter ausgeführt.

Um nun diese äußerst wichtige Anwendung der Abstammungslehre auf den Menschen mit der unentbehrlichen Unparteilichkeit und Objectivität durchzuführen, muß ich Sie vor Allem bitten, sich (für

kurze Zeit wenigſtens) aller hergebrachten und allgemein üblichen Vorſtellungen über die „Schöpfung des Menſchen" zu entäußern, und die tief eingewurzelten Vorurtheile abzuſtreifen, welche uns über dieſen Punkt ſchon in früheſter Jugend eingepflanzt werden. Wenn Sie dies nicht thun, können Sie nicht objectiv das Gewicht der wiſſenſchaftlichen Beweisgründe würdigen, welche ich Ihnen für die thieriſche Abſtammung des Menſchen, für ſeine Entſtehung aus affenähnlichen Säugethieren anführen werde. Wir können hierbei nichts beſſeres thun, als mit Huxley uns vorzuſtellen, daß wir Bewohner eines anderen Planeten wären, die bei Gelegenheit einer wiſſenſchaftlichen Weltreiſe auf die Erde gekommen wären, und da ein ſonderbares zweibeiniges Säugethier, Menſch genannt, in großer Anzahl über die ganze Erde verbreitet, angetroffen hätten. Um daſſelbe zoologiſch zu unterſuchen, hätten wir eine Anzahl von Individuen deſſelben, in verſchiedenem Alter und aus verſchiedenen Ländern, gleich den anderen auf der Erde geſammelten Thieren, in ein großes Faß mit Weingeiſt gepackt, und nähmen nun nach unſerer Rückkehr auf den heimiſchen Planeten ganz objectiv die vergleichende Anatomie aller dieſer erdbewohnenden Thiere vor. Da wir gar kein perſönliches Intereſſe an dem, von uns ſelbſt gänzlich verſchiedenen Menſchen hätten, ſo würden wir ihn ebenſo unbefangen und objectiv wie die übrigen Thiere der Erde unterſuchen und beurtheilen. Dabei würden wir uns ſelbſtverſtändlich zunächſt aller Anſichten und Muthmaßungen über die Natur ſeiner Seele enthalten oder über die geiſtige Seite ſeines Weſens, wie man es gewöhnlich nennt. Wir beſchäftigen uns vielmehr zunächſt in dieſem Vortrage nur mit der körperlichen Seite und derjenigen natürlichen Auffaſſung derſelben, welche uns durch die Entwickelungsgeſchichte an die Hand gegeben wird.

Offenbar müſſen wir hier zunächſt, um die Stellung des Menſchen unter den übrigen Organismen der Erde richtig zu beſtimmen, wieder den unentbehrlichen Leitfaden des natürlichen Syſtems in die Hand nehmen. Wir müſſen möglichſt ſcharf und genau die Stellung zu beſtimmen ſuchen, welche dem Menſchen im natürlichen Syſtem der

Thiere zukömmt. Dann können wir, wenn überhaupt die Deſcendenztheorie richtig iſt, aus der Stellung im Syſtem wiederum auf die wirkliche Stammverwandtſchaft zurückſchließen und den Grad der Blutsverwandtſchaft beſtimmen, durch welchen der Menſch mit den menſchenähnlichſten Thieren zuſammenhängt. Der hypothetiſche Stammbaum des Menſchengeſchlechts wird ſich uns dann als das Endreſultat dieſer vergleichend anatomiſchen und ſyſtematiſchen Unterſuchung ganz von ſelbſt ergeben.

Wenn Sie nun auf Grund der vergleichenden Anatomie und Ontogenie die Stellung des Menſchen in dem natürlichen Syſtem der Thiere aufſuchen, mit welchem wir uns in den beiden letzten Vorträgen beſchäftigten, ſo tritt Ihnen zunächſt die unumſtößliche Thatſache entgegen, daß der Menſch dem Stamm oder Phylum der Wirbelthiere angehört. Alle körperlichen Eigenthümlichkeiten, durch welche ſich alle Wirbelthiere ſo auffallend von allen Wirbelloſen unterſcheiden, beſitzt auch der Menſch. Eben ſo wenig iſt es jemals zweifelhaft geweſen, daß unter allen Wirbelthieren die Säugethiere dem Menſchen am nächſten ſtehen, und daß er alle charakteriſtiſchen Merkmale beſitzt, durch welche ſich die Säugethiere vor allen übrigen Wirbelthieren auszeichnen. Wenn Sie dann weiterhin die drei verſchiedenen Hauptgruppen oder Unterklaſſen der Säugethiere in's Auge faſſen, deren gegenſeitiges Verhältniß wir im letzten Vortrage erörterten, ſo kann nicht der geringſte Zweifel darüber obwalten, daß der Menſch zu den Placentalthieren gehört, und alle die wichtigen Eigenthümlichkeiten mit den übrigen Placentalien theilt, durch welche ſich dieſe von den Beutelthieren und von den Kloakenthieren unterſcheiden. Endlich iſt von den beiden Hauptgruppen der Placentalthiere, Deciduaten und Indeciduen, die Gruppe der Deciduaten zweifelsohne diejenige, welche auch den Menſchen umfaßt. Denn der menſchliche Embryo entwickelt ſich mit einer echten Decidua, und unterſcheidet ſich dadurch weſentlich von allen Decidualoſen. Unter den Deciduathieren haben wir als zwei Legionen die Zonoplacentalien mit gürtelförmiger Placenta (Raubthiere und

Scheinhufer) und die Discoplacentalien mit ſcheibenförmiger Placenta (alle übrigen Deciduaten) unterſchieden. Der Menſch beſitzt eine ſcheibenförmige Placenta, gleich allen anderen Discoplacentalien, und wir würden nun alſo zunächſt die Frage zu beantworten haben, welche Stellung der Menſch in dieſer Gruppe einnimmt.

Im letzten Vortrage hatten wir folgende fünf Ordnungen von Discoplacentalien unterſchieden: 1) die Halbaffen; 2) die Nagethiere; 3) die Inſectenfreſſer; 4) die Flederthiere; 5) die Affen. Wie Jeder von Ihnen weiß, ſteht von dieſen fünf Ordnungen die letzte, diejenige der Affen, dem Menſchen in jeder körperlichen Beziehung weit näher, als die vier übrigen. Es kann ſich daher nur noch um die Frage handeln, ob man im Syſtem der Säugethiere den Menſchen geradezu in die Ordnung der echten Affen einreihen, oder ob man ihn neben und über derſelben als Vertreter einer beſonderen ſechſten Ordnung der Discoplacentalien betrachten ſoll.

Linné vereinigte in ſeinem Syſtem den Menſchen mit den echten Affen, den Halbaffen und den Fledermäuſen in einer und derſelben Ordnung, welche er Primates nannte, d. h. Oberherrn, gleichſam die höchſten Würdenträger des Thierreichs. Blumenbach dagegen trennte den Menſchen als eine beſondere Ordnung unter dem Namen Bimana oder Zweihänder, indem er ihm die vereinigten Affen und Halbaffen unter dem Namen Quadrumana oder Vierhänder entgegenſetzte. Dieſe Eintheilung wurde auch von Cuvier und demnach von den allermeiſten folgenden Zoologen angenommen. Erſt 1863 zeigte Huxley in ſeinen vortrefflichen „Zeugniſſen für die Stellung des Menſchen in der Natur“[26]), daß dieſelbe auf falſchen Anſichten beruhe, und daß die angeblichen „Vierhänder“ (Affen und Halbaffen) ebenſo gut „Zweihänder“ ſind, wie der Menſch ſelbſt. Der Unterſchied des Fußes von der Hand beruht nicht auf der phyſiologiſchen Eigenthümlichkeit, daß die erſte Zehe oder der Daumen den vier übrigen Fingern oder Zehen an der Hand entgegenſtellbar iſt, am Fuße dagegen nicht. Denn es giebt wilde Völkerſtämme, welche die erſte oder große Zehe den vier übrigen am Fuße

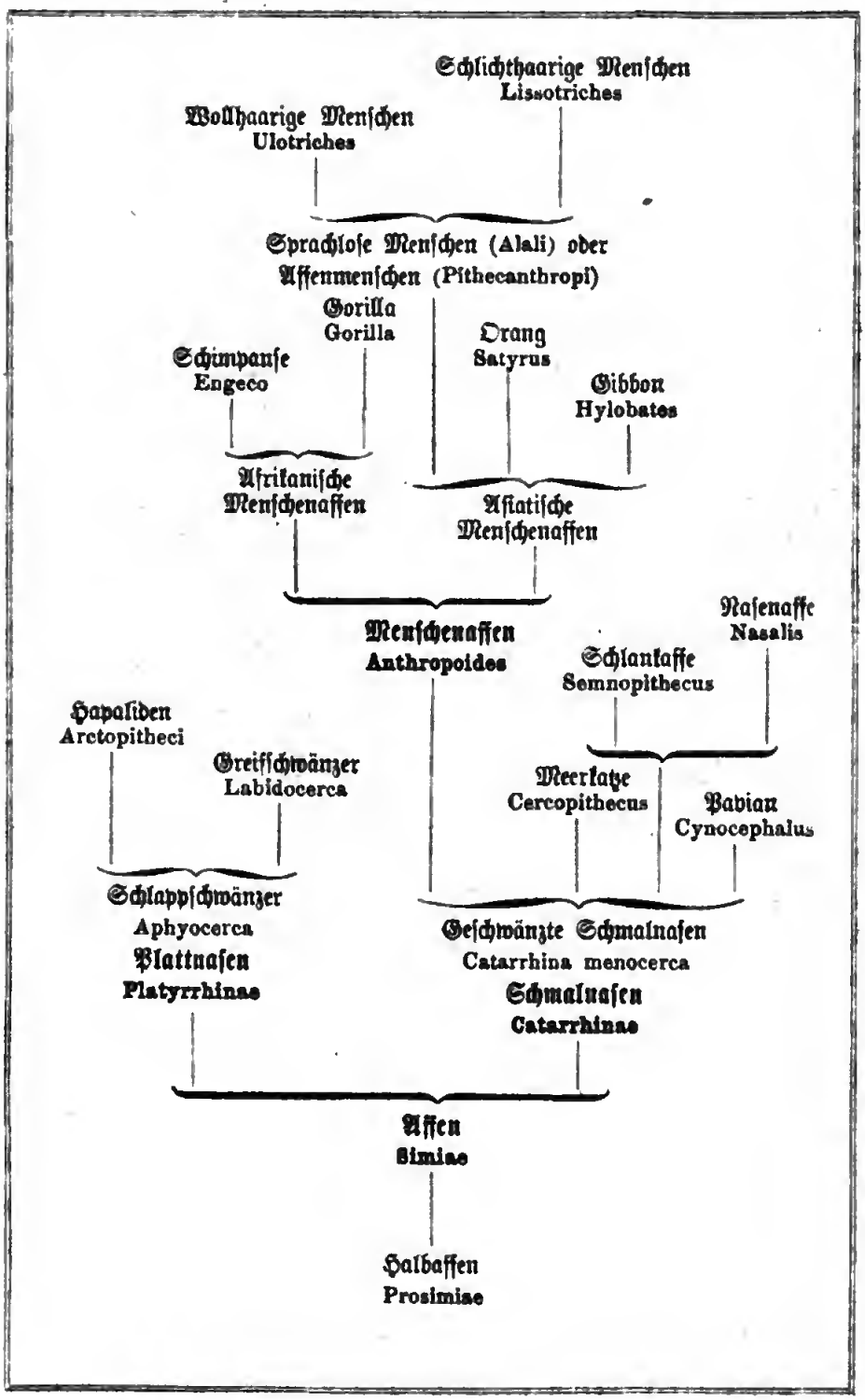
ebenſo gegenüber ſtellen können, wie an der Hand. Sie können alſo ihren „Greiffuß" ebenſo gut als eine ſogenannte „Hinterhand" benutzen, wie die Affen. Die chineſiſchen Bootsleute rudern, die bengaliſchen Handwerker weben mit dieſer Hinterhand. Die Neger, bei denen die große Zehe beſonders ſtark und frei beweglich iſt, umfaſſen damit die Zweige, wenn ſie auf Bäume klettern, gerade wie die „vierhändigen" Affen. Ja ſelbſt die neugeborenen Kinder der höchſtentwickelten Menſchenraſſen greifen in den erſten Monaten ihres Lebens noch eben ſo geſchickt mit der „Hinterhand", wie mit der „Vorderhand", und halten einen hingereichten Löffel ebenſo feſt mit der großen Zehe, wie mit dem Daumen! Auf der anderen Seite differenziren ſich aber bei den höheren Affen, namentlich beim Gorilla, Hand und Fuß ſchon ganz ähnlich wie beim Menſchen.

Der weſentliche Unterſchied von Hand und Fuß iſt alſo nicht ein phyſiologiſcher, ſondern ein morphologiſcher, und iſt durch den characteriſtiſchen Bau des knöchernen Skelets und der ſich daran anſetzenden Muskeln bedingt. Die Fußwurzelknochen ſind weſentlich anders angeordnet, als die Handwurzelknochen, und der Fuß beſitzt drei beſondere Muskeln, welche der Hand fehlen (ein kurzer Beugemuskel, ein kurzer Streckmuskel und ein langer Wadenbeinmuskel). In allen dieſen Beziehungen verhalten ſich die Affen und Halbaffen genau ſo wie der Menſch, und es war daher vollkommen unrichtig, wenn man den Menſchen von den erſteren als eine beſondere Ordnung auf Grund ſeiner ſtärkeren Differenzirung von Hand und Fuß trennen wollte. Ebenſo verhält es ſich aber auch mit allen übrigen körperlichen Merkmalen, durch welche man etwa verſuchen wollte, den Menſchen von den Affen zu trennen, mit der relativen Länge der Gliedmaßen, dem Bau des Schädels, des Gehirns u. ſ. w. In allen dieſen Beziehungen ohne Ausnahme ſind die Unterſchiede zwiſchen dem Menſchen und den höheren Affen geringer, als die entſprechenden Unterſchiede zwiſchen den höheren und den niederen Affen. So kommt denn Huxley auf Grund der ſorgfältigſten und genaueſten anatomiſchen Vergleichungen zu folgendem, äußerſt wichtigem Schluſſe:

Syſtematiſche Ueberſicht

der Familien und Gattungen der Affen. (Vergl. Taf. XIII.)

Sectionen der Affen	Familien der Affen	Gattungen oder Genera der Affen	Syſtematiſcher Name der Genera
I. Affen der neuen Welt (Hesperopitheci) oder plattnaſige Affen (Platyrrhinae).			
A. Platyrrhinen mit Krallen **Arctopitheci**	I. Seidenaffen *Hapalida*	1. Pinſelaffe	1. Midas
		2. Löwenaffe	2. Jacchus
B. Platyrrhinen mit Kuppennägeln **Dysmopitheci**	II. Plattnaſen ohne Greifſchwanz *Aphyocerca*	3. Eichhornaffe	3. Chrysothrix
		4. Springaffe	4. Callithrix
		5. Nachtaffe	5. Nyctipithecus
		6. Schweifaffe	6. Pithecia
	III. Plattnaſen mit Greifſchwanz *Labidocerca*	7. Rollaffe	7. Cebus
		8. Klammeraffe	8. Ateles
		9. Wollaffe	9. Lagothrix
		10. Brüllaffe	10. Mycetes
II. Affen der alten Welt (Hoopitheci) oder ſchmalnaſige Affen (Catarrhinae).			
C. Geſchwänzte Katarrhinen **Menocerca** (Taf. XIII, Fig. 1 — 5.)	IV. Geſchwänzte Katarrhinen mit Backentaſchen *Ascoparea*	11. Pavian F. 1, 2.	11. Cynocephalus
		12. Makako Fig. 3.	12. Inuus
		13. Meerkatze	13. Cercopithecus
	V. Geſchwänzte Katarrhinen ohne Backentaſchen *Anasca*	14. Schlankaffe Fig. 4.	14. Semnopithecus
		15. Stummelaffe	15. Colobus
		16. Naſenaffe F. 5.	16. Nasalis
D. Schwanzloſe Katarrhinen **Lipocerca** (Taf. XIII, Fig. 6 — 12; Taf. XIV, Fig. 13 — 24.)	VI. Menſchenaffen *Anthropoides*	17. Gibbon Fig. 6.	17. Hylobates
		18. Orang F. 7, 8.	18. Satyrus
		19. Schimpanſe Fig. 9, 10.	19. Engeco
		20. Gorilla F. 11, 12.	20. Gorilla
	VII. Menſchen *Erecti (Anthropi)*	21. Affenmenſch oder ſprachloſer Menſch	21. Pithecanthropus (Alalus)
		22. Sprechender Menſch	22. Homo


Schlichthaarige Menſchen
Lissotriches
Wollhaarige Menſchen
Ulotriches
Sprachloſe Menſchen (Alali) oder
Affenmenſchen (Pithecanthropi)
Gorilla
Gorilla
Orang
Satyrus
Schimpanſe
Engeco
Gibbon
Hylobates
Afrikaniſche
Menſchenaffen
Aſiatiſche
Menſchenaffen
Menſchenaffen
Anthropoides
Naſenaffe
Nasalis
Schlankaffe
Semnopithecus
Hapaliden
Aretopitheci
Greifſchwänzer
Labidocerca
Meerkatze
Cercopithecus
Pavian
Cynocephalus
Schlappſchwänzer
Aphyocerca
Plattnaſen
Platyrrhinae
Geſchwänzte Schmalnaſen
Catarrhina menocerca
Schmalnaſen
Catarrhinae
Affen
Simiae
Halbaffen
Prosimiae

„Wir mögen daher ein System von Organen vornehmen, welches wir wollen, die Vergleichung ihrer Modificationen in der Affenreihe führt uns zu einem und demselben Resultate: daß die anatomischen Verschiedenheiten, welche den Menschen vom Gorilla und Schimpanse scheiden, nicht so groß sind, als die, welche den Gorilla von den niedrigeren Affen trennen". Demgemäß vereinigt Huxley, streng der systematischen Logik folgend, Menschen, Affen und Halbaffen in einer einzigen Ordnung, Primates, und theilt diese in folgende sieben Familien von ungefähr gleichem systematischem Werthe: 1. Anthropini (der Mensch). 2. Catarrhini (echte Affen der alten Welt). 3. Platyrrhini (echte Affen Amerikas). 4. Arctopitheci (Krallenaffen Amerikas). 5. Lemurini (kurzfüßige und langfüßige Halbaffen, S. 559). 6. Chiromyini (Fingerthiere, S. 558). 7. Galeopithecini (Pelzflatterer, S. 563).

Wenn wir aber das natürliche System und demgemäß den Stammbaum der Primaten ganz naturgemäß auffassen wollen, so müssen wir noch einen Schritt weiter gehen, und die Halbaffen oder Prosimien (die drei letzten Familien Huxley's) gänzlich von den echten Affen oder Simien (den vier ersten Familien) trennen. Denn wie ich schon in meiner generellen Morphologie zeigte, und Ihnen bereits im letzten Vortrage erläuterte, unterscheiden sich die Halbaffen in vielen und wichtigen Beziehungen von den echten Affen und schließen sich in ihren einzelnen Formen vielmehr den verschiedenen anderen Ordnungen der Discoplacentalien an. Die Halbaffen sind daher wahrscheinlich als Reste der gemeinsamen Stammgruppe zu betrachten, aus welcher sich die anderen Ordnungen der Discoplacentalien, und vielleicht alle Deciduaten, als divergente Zweige entwickelt haben. (Gen. Morph. II, S. CXLVIII und CLIII.) Der Mensch aber kann nicht von der Ordnung der echten Affen oder Simien getrennt werden, da er den höheren echten Affen in jeder Beziehung näher steht, als diese den niederen echten Affen.

Die echten Affen (Simiae) werden allgemein in zwei ganz natürliche Hauptgruppen getheilt, nämlich in die Affen der neuen Welt

(amerikanische Affen) und in die Affen der alten Welt, welche in Asien und Afrika einheimisch sind, und früher auch in Europa vertreten waren. Diese beiden Abtheilungen unterscheiden sich namentlich in der Bildung der Nase und man hat sie darnach benannt. Die amerikanischen Affen haben plattgedrückte Nasen, so daß die Nasenlöcher nach außen stehen, nicht nach unten; sie heißen deßhalb Plattnasen (Platyrrhinae). Dagegen haben die Affen der alten Welt eine schmale Nasenscheidewand und die Nasenlöcher sehen nach unten, wie beim Menschen; man nennt sie deßhalb Schmalnasen (Catarrhinae). Ferner ist das Gebiß, welches bekanntlich bei der Klassifikation der Säugethiere eine hervorragende Rolle spielt, bei beiden Gruppen charakteristisch verschieden. Alle Katarrhinen oder Affen der alten Welt haben ganz dasselbe Gebiß, wie der Mensch, nämlich in jedem Kiefer, oben und unten, vier Schneidezähne, dann jederseits einen Eckzahn und fünf Backzähne, von denen zwei Lückenzähne und drei Mahlzähne sind, zusammen 32 Zähne. Dagegen alle Affen der neuen Welt, alle Platyrrhinen, besitzen vier Backzähne mehr, nämlich drei Lückenzähne und drei Mahlzähne jederseits oben und unten. Sie haben also zusammen 36 Zähne. Nur eine kleine Gruppe bildet davon eine Ausnahme, nämlich die Krallenaffen (Arctopitheci), bei denen der dritte Mahlzahn verkümmert, und die demnach in jeder Kieferhälfte drei Lückenzähne und zwei Mahlzähne haben. Sie unterscheiden sich von den übrigen Platyrrhinen auch dadurch, daß sie an den Fingern der Hände und den Zehen der Füße Krallen tragen, und keine Nägel, wie der Mensch und die übrigen Affen. Diese kleine Gruppe südamerikanischer Affen, zu welcher unter anderen die bekannten niedlichen Pinseläffchen (Midas) und Löwenäffchen (Jacchus) gehören, ist wohl nur als ein eigenthümlich entwickelter Seitenzweig der Platyrrhinen aufzufassen.

Fragen wir nun, welche Resultate aus diesem System der Affen für den Stammbaum derselben folgen, so ergiebt sich daraus unmittelbar, daß sich alle Affen der neuen Welt aus einem Stamme entwickelt haben, weil sie alle das charakteristische Gebiß und die Nasen-

bildung der Platyrrhinen besitzen. Ebenso folgt daraus, daß alle Affen der alten Welt abstammen müssen von einer und derselben gemeinschaftlichen Stammform, welche die Nasenbildung und das Gebiß aller jetzt lebenden Katarrhinen besaß. Ferner kann es kaum zweifelhaft sein, daß die Affen der neuen Welt, als ganzer Stamm genommen, entweder von denen der alten Welt abstammen, oder (unbestimmter und vorsichtiger ausgedrückt) daß Beide divergente Aeste eines und desselben Affenstammes sind. Für die Abstammung des Menschen folgt hieraus der unendlich wichtige Schluß, welcher auch für die Verbreitung des Menschen auf der Erdoberfläche die größte Bedeutung besitzt, daß der Mensch sich aus den Katarrhinen entwickelt hat. Denn wir sind nicht im Stande, einen zoologischen Charakter aufzufinden, der den Menschen von den nächstverwandten Affen der alten Welt in einem höheren Grade unterschiede, als die entferntesten Formen dieser Gruppe unter sich verschieden sind. Es ist dies das wichtigste Resultat der sehr genauen vergleichend-anatomischen Untersuchungen Huxley's, welches nicht genug berücksichtigt werden kann. In jeder Beziehung sind die anatomischen Unterschiede zwischen dem Menschen und den menschenähnlichsten Katarrhinen (Orang, Gorilla, Schimpanse) geringer, als die anatomischen Unterschiede zwischen diesen und den niedrigsten, tiefst stehenden Katarrhinen, insbesondere den hundeähnlichen Pavianen. Dieses höchst bedeutsame Resultat ergiebt sich aus einer unbefangenen anatomischen Vergleichung der verschiedenen Formen von Katarrhinen als unzweifelhaft. Wenn Sie Taf. XIII und XIV betrachten, werden Sie dasselbe bezüglich der Gesichtsbildung bestätigt finden (vergl. die Erklärung im Anhang).

Wenn wir also überhaupt, der Descendenztheorie entsprechend, das natürliche System der Thiere als Leitfaden unserer Betrachtung anerkennen, und darauf unseren Stammbaum begründen, so müssen wir nothwendig zu dem unabweislichen Schlusse kommen, daß das Menschengeschlecht ein Aestchen der Katarrhinengruppe ist, und sich aus längst ausgestorbenen Affen dieser Gruppe in der alten Welt entwickelt hat. Einige An-

hänger der Deſcendenztheorie haben gemeint, daß die amerikaniſchen Menſchen ſich unabhängig von denen der alten Welt aus amerikaniſchen Affen entwickelt hätten. Dieſe Hypotheſe halte ich für ganz irrig. Denn die völlige Uebereinſtimmung aller Menſchen mit den Katarrhinen in Bezug auf die charakteriſtiſche Bildung der Naſe und des Gebiſſes beweiſt deutlich, daß ſie eines Urſprungs ſind, und ſich aus einer gemeinſamen Wurzel erſt entwickelt haben, nachdem die Platyrrhinen oder amerikaniſchen Affen ſich bereits von dieſer abgezweigt hatten. Die amerikaniſchen Ureinwohner ſind vielmehr, wie auch zahlreiche ethnographiſche Thatſachen beweiſen, aus Aſien, und theilweiſe vielleicht auch aus Polyneſien (oder ſelbſt aus Europa) eingewandert.

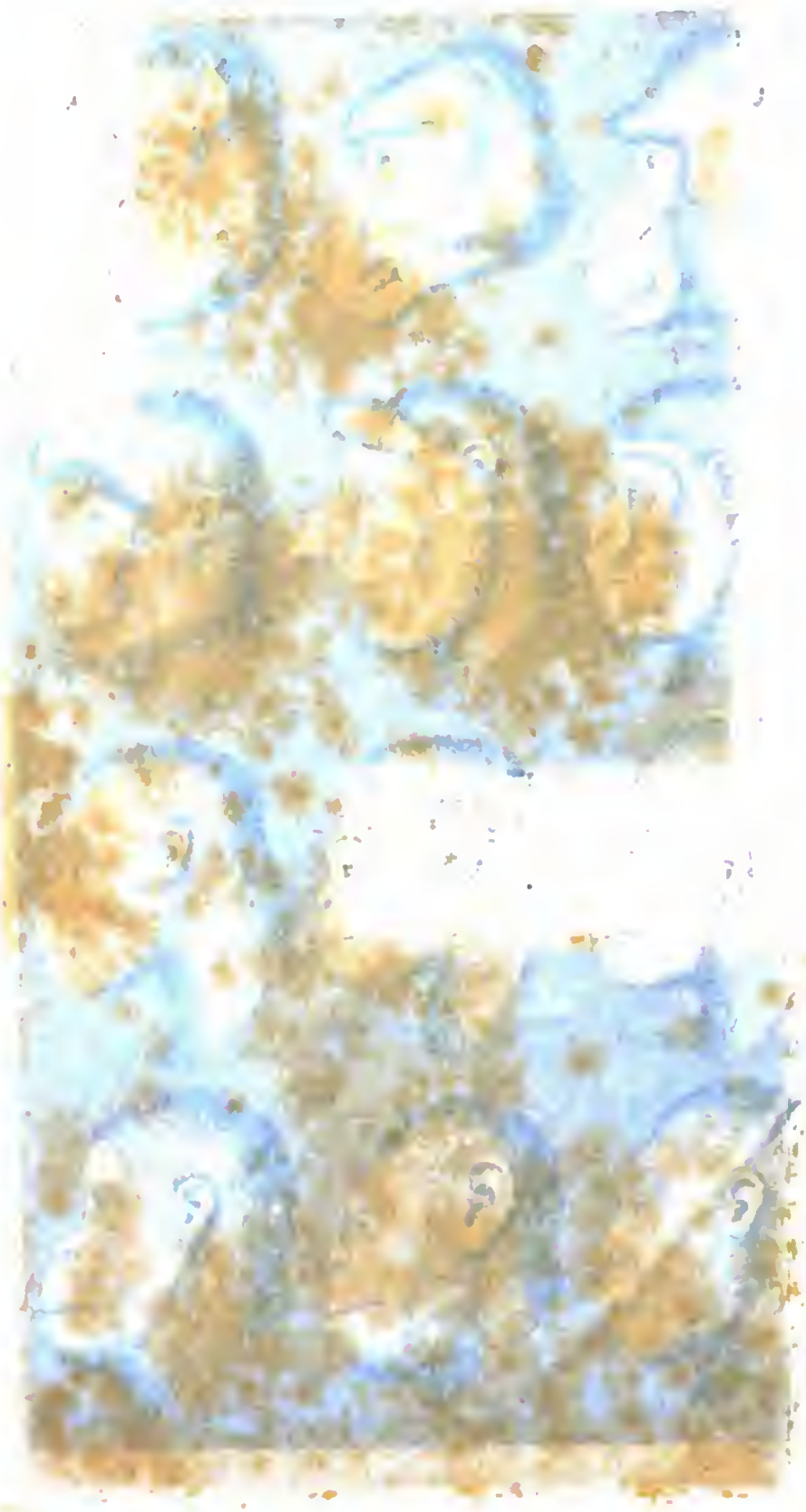
Einer genaueren Feſtſtellung des menſchlichen Stammbaums ſtehen gegenwärtig noch große Schwierigkeiten entgegen. Nur das läßt ſich noch weiterhin behaupten, daß die nächſten Stammeltern des Menſchengeſchlechts ſchwanzloſe Katarrhinen (Lipocerca) waren, ähnlich den heute noch lebenden Menſchenaffen, die ſich offenbar erſt ſpäter aus den geſchwänzten Katarrhinen (Menocerca), als der urſprünglicheren Affenform, entwickelt haben. Von jenen ſchwanzloſen Katarrhinen, die jetzt auch häufig Menſchenaffen oder Anthropoiden genannt werden, leben heutzutage noch vier verſchiedene Gattungen mit ungefähr einem Dutzend verſchiedener Arten. Der größte Menſchenaffe iſt der berühmte Gorilla (Gorilla engena oder Pongo gorilla genannt), welcher in der Tropenzone des weſtlichen Afrika einheimiſch iſt und am Fluſſe Gaboon erſt 1847 von dem Miſſionär Savage entdeckt wurde (Taf. XIII, Fig. 11, 12). Dieſem ſchließt ſich als nächſter Verwandter der längſt bekannte Schimpanſe an (Engeco troglodytes oder Pongo troglodytes) (Taf. XIII, Fig. 9, 10), ebenfalls im weſtlichen Afrika einheimiſch, aber bedeutend kleiner als der Gorilla, welcher den Menſchen an Größe und Stärke übertrifft. Der dritte von den drei großen menſchenähnlichen Affen iſt der auf Borneo und anderen Sunda-Inſeln einheimiſche Orang oder Orang-Utang, von welchem man neuerdings zwei

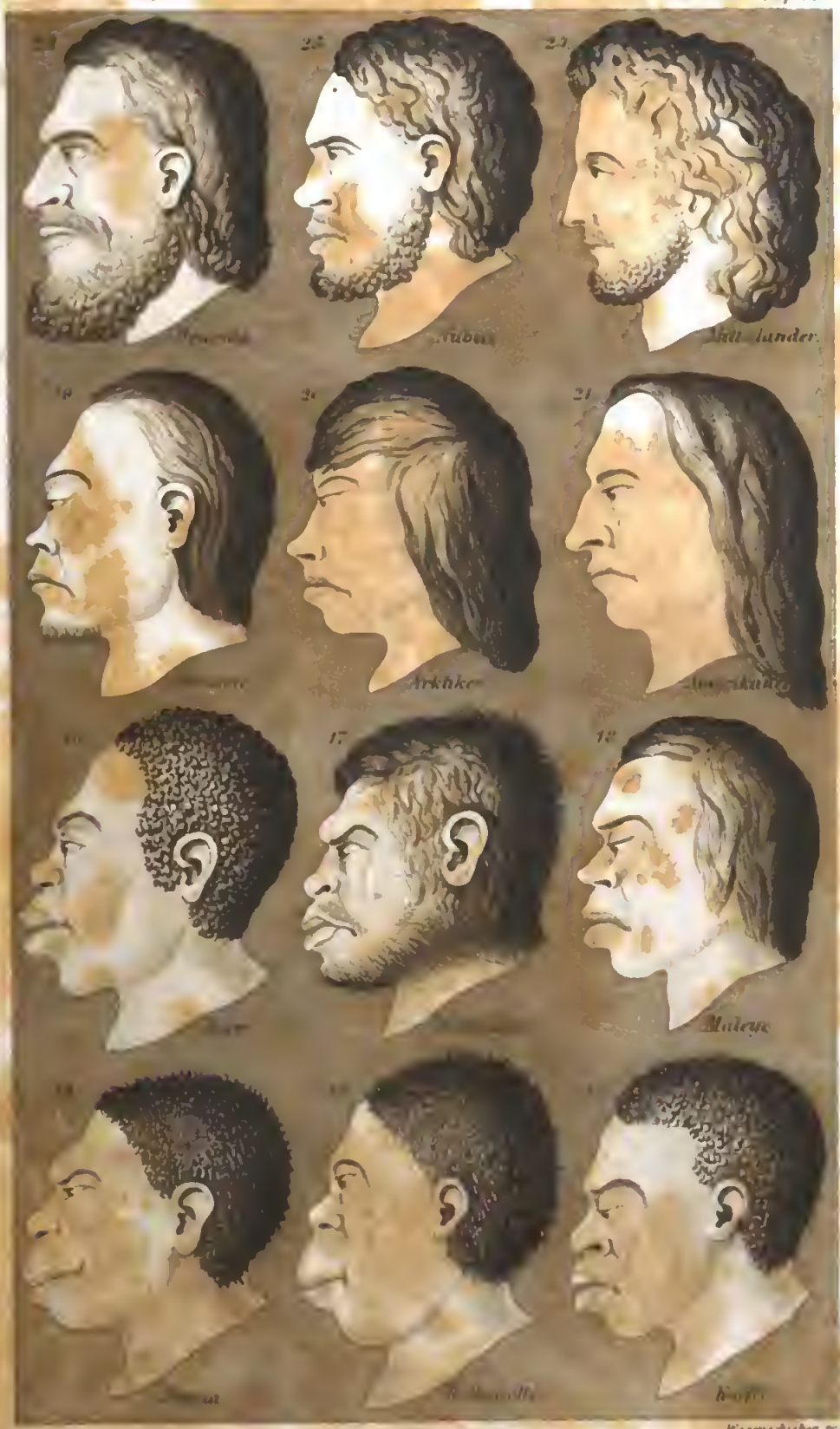
nahe verwandte Arten unterscheidet, den großen Orang (Satyrus orang oder Pithecus satyrus) und den kleinen Orang (Satyrus morio oder Pithecus morio) (Taf. XIII, Fig. 7, 8). Endlich lebt noch im südlichen Asien die Gattung Gibbon (Hylobates), von welcher man 4—8 verschiedene Arten unterscheidet. Sie sind bedeutend kleiner als die drei erstgenannten Anthropoiden und entfernen sich in den meisten Merkmalen schon weiter vom Menschen (Taf. XIII, Fig. 6).

Die schwanzlosen Menschenaffen haben neuerdings, namentlich seit der genaueren Bekanntschaft mit dem Gorilla und seit ihrer Verknüpfung mit der Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen ein so allgemeines Interesse erregt, und eine solche Fluth von Schriften hervorgerufen, daß ich hier keine Veranlassung finde, näher auf dieselben einzugehen. Was ihre Beziehungen zum Menschen betrifft, so finden Sie dieselben in den trefflichen Schriften von Huxley[26]), Carl Vogt[27]), Büchner[28]) und Rolle[29]) ausführlich erörtert. Ich beschränke mich daher auf die Mittheilung des wichtigsten allgemeinen Resultates, welches ihre allseitige Vergleichung mit dem Menschen ergeben hat, daß nämlich jeder von den vier Menschenaffen dem Menschen in einer oder einigen Beziehungen näher steht, als die übrigen, daß aber keiner als der absolut in jeder Beziehung menschenähnlichste bezeichnet werden kann. Der Orang steht dem Menschen am nächsten in Bezug auf die Gehirnbildung, der Schimpanse durch wichtige Eigenthümlichkeiten der Schädelbildung, der Gorilla hinsichtlich der Ausbildung der Füße und Hände, und der Gibbon endlich in der Bildung des Brustkastens.

Es ergiebt sich also aus der sorgfältigen vergleichenden Anatomie der Anthropoiden ein ganz ähnliches Resultat, wie es Weisbach aus der statistischen Zusammenstellung und denkenden Vergleichung der sehr zahlreichen und sorgfältigen Körpermessungen erhalten hat, die Scherzer und Schwarz während der Reise der österreichischen Fregatte Novara um die Erde an Individuen verschiedener Menschenrassen angestellt haben. Weisbach faßt das Endresultat seiner gründlichen Untersuchungen in folgenden Worten zusammen:

Taf. III.





Wagenschieber sc

„Die Affenähnlichkeit des Menschen concentrirt sich keineswegs bei einem oder dem anderen Volke, sondern vertheilt sich derart auf die einzelnen Körperabschnitte bei den verschiedenen Völkern, daß jedes mit irgend einem Erbstücke dieser Verwandtschaft, freilich das eine mehr, das andere weniger bedacht ist, und selbst wir Europäer durchaus nicht beanspruchen dürfen, dieser Verwandtschaft vollständig fremd zu sein". (Novara-Reise, Anthropholog. Theil.)

Ausdrücklich will ich hier noch hervorheben, was eigentlich freilich selbstverständlich ist, daß kein einziger von allen jetzt lebenden Affen, und also auch keiner von den genannten Menschenaffen der Stammvater des Menschengeschlechts sein kann. Von denkenden Anhängern der Descendenztheorie ist diese Meinung auch niemals behauptet, wohl aber von ihren gedankenlosen Gegnern ihnen untergeschoben worden. Die affenartigen Stammeltern des Menschengeschlechts sind längst ausgestorben. Vielleicht werden wir ihre versteinerten Gebeine noch dereinst theilweis in Tertiärgesteinen des südlichen Asiens oder Afrikas auffinden. Jedenfalls werden dieselben im zoologischen System in der Gruppe der schwanzlosen Schmalnasen (Catarrhina lipocerca) oder Anthropoiden untergebracht werden müssen.

Die genealogischen Hypothesen, zu welchen uns die Anwendung der Descendenztheorie auf den Menschen in den letzten Vorträgen bis hierher geführt hat, ergeben sich für jeden klar und consequent denkenden Menschen unmittelbar aus den Thatsachen der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie. Natürlich kann unsere Phylogenie nur ganz im Allgemeinen die Grundzüge des menschlichen Stammbaums andeuten, und sie läuft um so mehr Gefahr des Irrthums, je strenger sie im Einzelnen auf die uns bekannten besonderen Thierformen bezogen wird. Indessen lassen sich doch schon jetzt mindestens die nachstehend aufgeführten zweiundzwanzig Ahnenstufen des Menschen mit Sicherheit unterscheiden. Von diesen gehören vierzehn Stufen zu den Wirbelthieren (Vertebrata), acht Stufen zu den wirbellosen Vorfahren des Menschen (Prochordata).

Thierische Vorfahrenkette oder Ahnenreihe des Menschen.

(Vergl. den XX. und XXI. Vortrag, sowie Taf. XII und S. 352).

Erste Hälfte der menschlichen Vorfahrenkette:

Wirbellose Ahnen des Menschen (Prochordata).

Erste Stufe: **Moneren (Monera).**

Die ältesten Vorfahren des Menschen wie aller anderen Organismen waren lebende Wesen der denkbar einfachsten Art, Organismen ohne Organe, gleich den heute noch lebenden Moneren. Sie bestanden aus einem ganz einfachen, durch und durch gleichartigen, structurlosen und formlosen Klümpchen einer schleimartigen oder eiweißartigen Materie (Protoplasma), wie die heute noch lebende Protamoeba primitiva (vergl. S. 167, Fig. 1). Der Formwerth dieser ältesten menschlichen Urahnen war noch nicht einmal demjenigen einer Zelle gleich, sondern nur einer Cytode (vergl. S. 308). Denn wie bei allen Moneren war das Protoplasma-Stückchen noch ohne Zellenkern. Die ersten von diesen Moneren entstanden im Beginn der laurentischen Periode durch Urzeugung oder Archigonie aus sogenannten „anorganischen Verbindungen", aus einfachen Verbindungen von Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Stickstoff. Die Annahme einer solchen Urzeugung, einer mechanischen Entstehung der ersten Organismen aus anorganischer Materie, haben wir im dreizehnten Vortrage als eine nothwendige Hypothese nachgewiesen (vergl. S. 301). Den directen, auf das biogonetische Grundgesetz (S. 361) gestützten Beweis für die frühere Existenz dieser ältesten Ahnenstufe liefert möglicherweise noch heute der Umstand,

daß nach den Angaben mehrerer Beobachter im Beginn der Ei-Entwickelung der Zellenkern verschwinden und somit die Eizelle auf die niedere Stufe der Cytode zurücksinken soll (Rückschlag der kernhaltigen Plastide in die kernlose). Aus den wichtigsten allgemeinen Gründen aber ist die Annahme dieser ersten Stufe nothwendig.

Zweite Stufe: Amoeben (Amoebae).

Die zweite Ahnenstufe des Menschen, wie aller höheren Thiere und Pflanzen, wird durch eine einfache Zelle gebildet, d. h. ein Stückchen Protoplasma, das einen Kern umschließt. Aehnliche „einzellige Organismen" leben noch heute in großer Menge. Unter diesen werden die gewöhnlichen, einfachen Amoeben (S. 169, Fig. 2) von jenen Urahnen nicht wesentlich verschieden gewesen sein. Der Formwerth jeder Amoebe ist wesentlich gleich demjenigen, welchen das Ei des Menschen, wie das Ei aller anderen Thiere noch heute besitzt (vergl. S. 170, Fig. 3). Die nackten Eizellen der Schwämme, welche ganz wie Amoeben umherkriechen, sind von diesen nicht zu unterscheiden. Die Eizelle des Menschen, welche gleich der der meisten anderen Thiere von einer Membran umschlossen ist, gleicht einer eingekapselten Amoebe. Die ersten einzelligen Thiere dieser Art entstanden aus Moneren durch Differenzirung des inneren Kerns und des äußeren Protoplasma, und lebten schon in früher Primordialzeit. Den unumstößlichen Beweis, daß solche einzellige Urthiere (Protozoa unicellularia) als directe Vorfahren des Menschen wirklich existirten, liefert gemäß des biogenetischen Grundgesetzes (S. 276) die Thatsache, daß das Ei des Menschen weiter nichts als eine einfache Zelle ist.

Dritte Stufe: Synamoeben (Synamoebae).

Um uns von der Organisation derjenigen Vorfahren des Menschen, die sich zunächst aus den einzelligen Urthieren entwickelten, eine ungefähre Vorstellung zu machen, müssen wir diejenigen Veränderungen verfolgen, welche das menschliche Ei im Beginn der in-

dividuellen Entwickelung erleidet. Gerade hier leitet uns die Ontogeneſe mit größter Sicherheit auf die Spur der Phylogeneſe. Nun haben wir ſchon früher geſehen, daß das Ei des Menſchen (ebenſo wie das aller anderen Säugethiere) nach erfolgter Befruchtung durch wiederholte Selbſttheilung in einen Haufen von einfachen und gleichartigen, amoebenähnlichen Zellen zerfällt (S. 170, Fig. 4 D). Alle dieſe „Furchungskugeln" ſind anfänglich einander ganz gleich, ohne Hülle, nackte, kernhaltige Zellen. Bei vielen Thieren führen dieſelben Bewegungen nach Art der Amoeben aus. Dieſer ontogenetiſche Entwickelungszuſtand führt den ſicheren Beweis, daß in früher Primordialzeit Vorfahren des Menſchen exiſtirten, welche den Formwerth eines Haufens von gleichartigen, locker verbundenen Zellen beſaßen. Man kann dieſelben als Amoeben-Gemeinden (Synamoebae) bezeichnen (vergl. S. 444). Sie entſtanden aus den einzelligen Urthieren der zweiten Stufe durch wiederholte Selbſttheilung und bleibende Vereinigung dieſer Theilungsproducte.

Vierte Stufe: Flimmerſchwärmer (Planulata).

Aus den Synamoeben der dritten Stufe entwickelt ſich im Laufe der Ontogeneſe bei den meiſten niederen Thieren, und namentlich auch bei dem niederſten Wirbelthiere, dem Lanzetthiere oder Amphioxus, zunächſt eine Flimmerlarve oder ein Flimmerſchwärmer (Planula). Diejenigen Zellen nämlich, welche an der Oberfläche des gleichartigen Zellenhaufens der Synamoebe liegen, ſtrecken haarfeine Fortſätze oder Flimmerhaare aus, welche ſich ſchlagend im Waſſer bewegen, und dadurch den ganzen Körper rotirend umhertreiben. So erſcheint nun der rundliche vielzellige Körper bereits differenzirt, indem ſich die äußere Flimmerzellendecke von den nicht flimmernden Zellen im Innern der Synamoebe unterſcheidet. Beim Menſchen und bei allen anderen Wirbelthieren (mit Ausnahme des Amphioxus), ebenſo bei allen Arthropoden, iſt dieſer Zuſtand der Flimmerlarve im Laufe der Zeit durch abgekürzte Vererbung verloren gegangen. Den ſicheren Beweis aber, daß in früher Pri-

mordialzeit Vorfahren des Menschen von dem Formwerth einer solchen Flimmerlarve existirten, liefert der Amphioxus, welcher einerseits dem Menschen blutsverwandt ist, andrerseits aber noch das Stadium der Planula bis heute conservirt hat. Protozoen, welche noch heute in annähernd ähnlichem Zustande verharren, sind die Opalinen (S. 444) und die Magosphären (S. 383, Fig. 12).

Fünfte Stufe: Infusionsthiere (Infusoria).

Wenn man die individuelle Entwickelung der Flimmerschwärmer (Planula) bei niederen Thieren und beim Amphioxus weiter verfolgt, so bemerkt man gewöhnlich zunächst die Bildung einer Grube oder Einstülpung an einer Stelle der äußeren Körperoberfläche. Diese Grube vertieft sich allmählich zu einem blinden Rohre, der ersten Anlage des Darmcanals. Die einzige Oeffnung desselben ist zugleich Mund und After. Der Flimmerschwärmer auf diesem Stadium läßt sich mit manchen Formen der bewimperten Infusionsthiere (Infusoria ciliata) vergleichen (vergl. S. 444 und 462). Aehnliche Flimmerschwärmer mit einfachem Darmcanal müssen schon während der älteren Primordialzeit existirt und unter ihnen müssen sich auch Vorfahren des Menschen befunden haben. Den sicheren Beweis dafür liefert der Amphioxus, welcher trotz seiner Blutsverwandtschaft mit dem Menschen noch heute das Stadium einer Planula mit einfacher Darmanlage durchläuft (vergl. Taf. X, Fig. B 4).

Sechste Stufe: Strudelwürmer (Turbellaria).

Die menschlichen Vorfahren der sechsten Stufe, die unmittelbar aus den bewimperten Infusorien der fünften Stufe hervorgingen, waren vermuthlich niedere Würmer, welche unter allen uns bekannten Wurmformen den Strudelwürmern oder Turbellarien am nächsten standen, oder doch wenigstens im Ganzen deren Formwerth besaßen. Sie waren gleich den Wimperinfusorien auf der ganzen Körperoberfläche mit Wimpern überzogen und besaßen einen einfachen Körper von länglichrunder Gestalt, ohne alle Anhänge.

Sie entstanden schon in früher Primordialzeit aus den mundführenden Wimperinfusorien durch weitere Differenzirung der inneren Körpertheile zu verschiedenen Organen; insbesondere die erste Bildung eines Nervensystems (eines einfachen Nervenknotens) und der einfachsten Sinnesorgane (Pigmentflecke als Anlage der Augen); ferner weitere Ausbildung der bei den Infusorien bereits sich anlegenden einfachsten Organe für Ausscheidung (wimpernde innere Kanäle, durch eine contractile Blase ausmündend) und Fortpflanzung (hermaphroditische oder zwitterige Geschlechtsorgane). Der Beweis dafür, daß auch menschliche Vorfahren von ähnlicher Bildung existirten, ist in dem Umstande zu suchen, daß uns die vergleichende Anatomie und Ontogenie auf niedere bewimperte Würmer, als auf die gemeinsame Stammform nicht nur aller höheren Würmer, sondern auch der vier höheren Thierstämme hinweist. Diesen Stammwürmern stehen aber von allen uns bekannten Thieren die Turbellarien am nächsten, welche noch heute durch unmittelbare Uebergangsformen mit den Infusorien zusammenhängen.

Siebente Stufe: Weichwürmer (Scolecida).

Obwohl auch die Strudelwürmer der vorigen Stufe schon zu den Weichwürmern gehören (S. 460), müssen wir doch zwischen diesen und den Sackwürmern der nächsten Stufe noch eine verbindende Zwischenstufe nothwendig annehmen. Denn die Tunicaten, welche unter allen uns bekannten Thieren der achten Stufe am nächsten stehen, und die Turbellarien, welche der sechsten Stufe zunächst gleichen, sind zwar beide der niederen Abtheilung der ungegliederten Würmer angehörig. Aber dennoch entfernen sich diese beiden Abtheilungen in ihrer Organisation so weit von einander, daß wir nothwendig die frühere Existenz von ausgestorbenen Zwischenformen zwischen beiden annehmen müssen. Hierin ist auch der Beweis zu suchen, daß es Vorfahren des Menschen von solcher Zwischenbildung während der Primordialzeit gegeben haben muß. Wahrscheinlich entstanden diese Scoleciden aus den Strudelwürmern durch Umbil-

dung des vordersten Darmabschnittes zum Athmungsapparat (Kiemenkorb), durch Bildung eines Afters am hinteren Darmende und durch Verlust des Wimperkleides. Der Formwerth dieser Stufe wird übrigens in der weiten Lücke zwischen Strudelwürmern und Manteltieren durch mehrere verschiedene Zwischenstufen vertreten gewesen sein.

Achte Stufe: Sackwürmer (Himatega).

Als Sackwürmer oder Himategen haben wir früher (S. 464) die beiden Klassen der Manteltiere und Moostiere mit denjenigen unbekannten Würmern vereinigt, welche den beiden Stämmen der Wirbeltiere und Weichtiere den Ursprung gaben. Die unbekannten ausgestorbenen Sackwürmer, welche wir hier als achte Ahnenstufe des Menschen aufführen, waren die höchst merkwürdigen Würmer, welche die tiefe Kluft zwischen Wirbellosen und Wirbeltieren überbrückten. Daß solche Himategen-Vorfahren des Menschen während der Primordialzeit wirklich existirten, dafür liefert den sicheren Beweis die höchst merkwürdige und wichtige Uebereinstimmung, welche die Ontogenie des Amphioxus und der Ascidien darbietet. (Vergl. Taf. X und XI, ferner S. 466, 510 ꝛc.) Aus dieser Thatsache läßt sich die frühere Existenz von Sackwürmern erschließen, welche von allen heute uns bekannten Würmern den Manteltieren (Tunicata) am nächsten standen, und zwar den frei umherschwimmenden Jugendformen oder Larven der eigentlichen Seescheiden (Ascidia, Phallusia). Sie entstanden aus den Würmern der siebenten Stufe durch Umbildung des einfachen Nervenknotens zur Anlage eines Rückenmarks (Medullarrohrs) und durch Bildung eines darunter gelegenen Rückenstrangs (Chorda dorsalis). Der Formwerth dieser Stufe entspricht ungefähr demjenigen, welchen die genannten Larven der einfachen Seescheiden zu der Zeit besitzen, wo sie die Anlage des Rückenmarks und des Rückenstranges zeigen. (Taf. X, Fig. A 5; vergl. die Erklärung dieser Figuren unten im Anhang).

Zweite Hälfte der menschlichen Ahnenreihe:

Wirbelthier-Ahnen des Menschen (Vertebrata).

Neunte Stufe: Schädellose (Acrania).

Die Reihe der menschlichen Vorfahren, welche wir ihrer ganzen Organisation nach bereits als Wirbelthiere betrachten müssen, beginnt mit Schädellosen oder Acranien, von deren Beschaffenheit uns das heute noch lebende Lanzetthierchen (Amphioxus lanceolatus, Taf. X B, XI B) eine entfernte Vorstellung giebt. Indem dieses Thierchen durch seine frühesten Embryon-Zustände ganz mit den Ascidien übereinstimmt, durch seine weitere Entwickelung sich aber als echtes Wirbelthier zeigt, vermittelt es von Seiten der Wirbelthiere den unmittelbaren Uebergang zu den Wirbellosen. Wenn auch die menschlichen Vorfahren der neunten Stufe in vielen Beziehungen von dem Amphioxus, als dem letzten überlebenden Rest der Schädellosen, sehr verschieden waren, so müssen sie ihm doch in den wesentlichsten Eigenthümlichkeiten, in dem Mangel von Kopf, Schädel und Gehirn geglichen haben. Schädellose von solcher Bildung, aus denen die Schädelthiere erst später sich entwickelten, lebten während der Primordialzeit und entstanden aus den Himategen der achten Stufe durch die Bildung von Metameren oder Rumpfsegmenten, sowie durch weitere Differenzirung aller Organe, namentlich vollständigere Entwickelung des Rückenmarks und des darunter gelegenen Rückenstrangs. Wahrscheinlich begann mit dieser Stufe auch die Trennung der beiden Geschlechter (Gonochorismus), während alle vorher genannten wirbellosen Ahnen (abgesehen von den 3—4 ersten geschlechtslosen Stufen) noch Zwitterbildung (Hermaphroditismus) zeigten (vergl. S. 176). Den sicheren Beweis für die frühere Existenz solcher schädellosen und gehirnlosen Ahnen des Menschen liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie des Amphioxus und der Cranioten.

Zehnte Stufe: Unpaarnasen (Monorrhina).

Aus den schädellosen Vorfahren des Menschen gingen zunächst Schädelthiere oder Cranioten von der unvollkommensten Beschaffen-

heit hervor. Unter allen heute noch lebenden Schädelthieren nimmt die tiefste Stufe die Klasse der Rundmäuler oder Cyclostomen ein, die Inger (Myxinoiden) und Lampreten (Petromyzonten). Aus der inneren Organisation dieser Unpaarnasen oder Monorrhinen können wir uns ein ungefähres Bild von der Beschaffenheit der menschlichen Ahnen der zehnten Stufe machen. Wie bei jenen ersteren, so wird auch bei diesen letzteren Schädel und Gehirn noch von der einfachsten Form gewesen sein, und viele wichtige Organe, wie z. B. Schwimmblase, sympathischer Nerv, Kieferskelet und beide Beinpaare, noch völlig gefehlt haben. Jedoch sind die Beutelkiemen und das runde Saugmaul der Cyclostomen wohl als reine Anpassungscharaktere zu betrachten, welche bei der entsprechenden Ahnenstufe nicht vorhanden waren. Die Unpaarnasen entstanden während der Primordialzeit aus den Schädellosen dadurch, daß das vordere Ende des Rückenmarks sich zum Gehirn und dasjenige des Rückenstrangs zum Schädel entwickelte. Den sicheren Beweis, daß solche unpaarnasige und kieferlose Vorfahren des Menschen existirten, liefert die „vergleichende Anatomie der Myxinoiden".

Elfte Stufe: Urfische (Selachii).

Die Urfisch-Ahnen zeigten unter allen uns bekannten Wirbelthieren wahrscheinlich die meiste Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden Haifischen (Squalacei) (S. 518). Sie entstanden aus Unpaarnasen durch Theilung der unpaaren Nase in zwei paarige Seitenhälften, durch Bildung eines sympathischen Nervennetzes, eines Kieferskelets, einer Schwimmblase und zweier Beinpaare (Brustflossen oder Vorderbeine, und Bauchflossen oder Hinterbeine). Die innere Organisation dieser Stufe wird im Ganzen derjenigen der niedersten uns bekannten Haifische entsprochen haben; doch war die Schwimmblase, die bei diesen nur als Rudiment noch existirt, stärker entwickelt. Sie lebten bereits in der Silurzeit, wie sich aus den fossilen silurischen Haifisch-Resten (Zähnen und Flossenstacheln) ergiebt. Den sicheren Beweis, daß die silurischen Ahnen des Menschen und aller anderen

Paarnasen den Selachiern nächst verwandt waren, liefert die vergleichende Anatomie der letzteren. Sie zeigt, daß die Organisations-Verhältnisse aller Amphirrhinen sich aus denjenigen der Selachier ableiten lassen.

Zwölfte Stufe: Lurchfische (Dipneusta).

Unsere zwölfte Ahnenstufe wird durch Wirbelthiere gebildet, welche wahrscheinlich eine entfernte Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden Molchfischen (Protopterus und Lepidosiren, S. 521) besaßen. Sie entstanden aus den Urfischen (wahrscheinlich im Beginn der paläolithischen oder Primärzeit) durch Anpassung an das Landleben und Umbildung der Schwimmblase zu einer luftathmenden Lunge, sowie der Nasengruben (welche nunmehr in die Mundhöhle mündeten) zu Luftwegen. Mit dieser Stufe begann die Reihe der durch Lungen luftathmenden Vorfahren des Menschen. Ihre Organisation wird in mancher Hinsicht derjenigen des heutigen Protopterus entsprochen haben, jedoch auch mannichfach verschieden gewesen sein. Sie lebten wohl schon im Beginn der devonischen Zeit. Den Beweis für ihre Existenz führt die vergleichende Anatomie, indem sie in den Dipneusten ein Mittelglied zwischen den Selachiern und Amphibien erblickt.

Dreizehnte Stufe: Kiemenlurche (Sozobranchia).

Aus denjenigen Lurchfischen, welche wir als die Stammformen aller lungenathmenden Wirbelthiere (Amphipnemones) betrachten, entwickelte sich als wichtigste Hauptlinie die Klasse der Lurche oder Amphibien (S. 513, 523). Mit ihnen begann die fünfzehige Fußbildung (die Pentadactylie), die sich von da auf die höheren Wirbelthiere und zuletzt auch auf den Menschen vererbte. Als unsere ältesten Vorfahren aus der Amphibien-Klasse sind die Kiemenlurche zu betrachten. Sie behielten neben den Lungen noch zeitlebens bleibende Kiemen, ähnlich dem heute noch lebenden Proteus und Axolotl (S. 525). Sie entstanden aus den Dipneusten durch Umbildung der rudernden Fischflossen zu fünfzehigen Beinen, und durch höhere

Differenzirung verschiedener Organe, namentlich der Wirbelsäule. Jedenfalls existirten sie um die Mitte der paläolithischen oder Primärzeit, vielleicht schon vor der Steinkohlenzeit. Denn fossile Amphibien finden sich schon in der Steinkohle. Den Beweis dafür, daß derartige Kiemenlurche zu unsern directen Vorfahren gehörten, liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Amphibien und Säugethiere.

Vierzehnte Stufe: **Schwanzlurche (Sozura).**

Auf unsere amphibischen Vorfahren, die zeitlebens ihre Kiemen behielten, folgten späterhin andere Amphibien, welche durch Metamorphose in späterem Alter die in der Jugend noch vorhandenen Kiemen verloren, aber den Schwanz behielten, ähnlich den heutigen Salamandern und Molchen (Tritonen, vergl. S. 525). Sie entstanden aus den Kiemenlurchen dadurch, daß sie sich daran gewöhnten, nur noch in der Jugend durch Kiemen, im späteren Alter aber bloß durch Lungen zu athmen. Wahrscheinlich lebten sie schon in der zweiten Hälfte der Primärzeit, während der permischen Periode, vielleicht schon während der Steinkohlenzeit. Der Beweis für ihre Existenz liegt darin, daß die Schwanzlurche ein nothwendiges Mittelglied zwischen der vorigen und der folgenden Stufe bilden.

Fünfzehnte Stufe: **Uramnioten (Protamnia).**

Als Protamnion haben wir früher die gemeinsame Stammform der drei höheren Wirbelthierklassen bezeichnet, aus welcher als zwei divergente Zweige die Proreptilien einerseits, die Promammalien andrerseits sich entwickelten (S. 528). Sie entstanden aus unbekannten Schwanzlurchen durch gänzlichen Verlust der Kiemen, Bildung des Amnion, der Schnecke und des runden Fensters im Gehörorgan, und der Thränenorgane. Ihre Entstehung fällt wahrscheinlich in den Beginn der mesolithischen oder Secundärzeit, vielleicht schon gegen das Ende der Primärzeit in die permische Periode. Der sichere Beweis für ihre einstmalige Existenz liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Amnionthiere. Denn alle

Reptilien, Vögel und Säugethiere mit Inbegriff des Menschen stimmen in so zahlreichen wichtigen Eigenthümlichkeiten überein, daß sie mit voller Sicherheit als Descendenten einer einzigen gemeinsamen Stammform, des Protamnion, zu erkennen sind.

Sechszehnte Stufe: **Stammsäuger (Promammalia).**

Unter unseren Vorfahren von der sechzehnten bis zur zwei und zwanzigsten Stufe wird uns bereits heimischer zu Muthe. Sie gehören alle der großen und wohlbekannten Klasse der Säugethiere an, deren Grenzen auch wir selbst bis jetzt noch nicht überschritten haben. Die gemeinsame, längst ausgestorbene und unbekannte Stammform aller Säugethiere, die wir als Promammale bezeichneten, stand jedenfalls unter allen jetzt noch lebenden Thieren dieser Klasse den Schnabelthieren oder Ornithostomen am nächsten (Ornithorhynchus, Echidna, S. 538). Jedoch war sie von letzteren durch vollständige Bezahnung des Gebisses verschieden. Die Schnabelbildung der heutigen Schnabelthiere ist jedenfalls als ein später entstandener Anpassungscharakter zu betrachten. Die Promammalien entstanden aus den Protamnien (wahrscheinlich erst im Beginn der Secundärzeit, in der Trias-Periode) durch mancherlei Fortschritte in der inneren Organisation, sowie durch Umbildung der Epidermisschuppen zu Haaren und Bildung einer Milchdrüse, welche Milch zur Ernährung der Jungen lieferte. Der sichere Beweis dafür, daß die Promammalien, als die gemeinsame Stammform aller Säugethiere, auch zu unseren Ahnen gehörten, liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Säugethiere und des Menschen.

Siebzehnte Stufe: **Beutelthiere (Marsupialia).**

Die drei Unterklassen der Säugethiere stehen, wie wir früher sahen, der Art im Zusammenhang, daß die Beutelthiere sowohl in anatomischer, als auch in ontogenetischer und phylogenetischer Beziehung den unmittelbaren Uebergang zwischen den Monotremen und Placentalthieren vermitteln (S. 549). Daher müssen sich auch Vorfahren des Menschen unter den Beutelthieren befunden haben. Sie

entstanden aus den Monotremen, zu denen auch die Stammsäuger oder Promammalien gehörten, durch Trennung der Kloake in Mastdarm und Urogenitalsinus, durch Bildung einer Brustwarze an der Milchdrüse, und durch theilweise Rückbildung der Schlüsselbeine. Die ältesten Beutelthiere lebten jedenfalls bereits in der Jura-Periode (vielleicht schon in der Trias-Zeit) und durchliefen während der Kreidezeit eine Reihe von Stufen, welche die Entstehung der Placentalien vorbereiteten. Den sicheren Beweis für unsere Abstammung von Beutelthieren, welche den heute noch lebenden Opossum und Känguruh nahe standen, liefert die vergleichende Anatomie und Ontogenie der Säugethiere.

Achtzehnte Stufe: Halbaffen (Prosimiae).

Eine der wichtigsten und interessantesten Ordnungen unter den Säugethieren bildet, wie wir schon früher sahen, die kleine Gruppe der Halbaffen. Sie enthält die unmittelbaren Stammformen der echten Affen, und somit auch des Menschen. Unsere Halbaffen-Ahnen besaßen vermuthlich nur ziemlich entfernte äußere Aehnlichkeit mit den heute noch lebenden kurzfüßigen Halbaffen (Brachytarsi), namentlich den Maki, Indri und Lori (S. 558). Sie entstanden (wahrscheinlich im Beginn der cenolithischen oder Tertiärzeit) aus unbekannten, den Beutelratten verwandten Beutelthieren durch Bildung einer Placenta, Verlust des Beutels und der Beutelknochen, und stärkere Entwickelung des Schwielenkörpers im Gehirn. Der sichere Beweis, daß die echten Affen, und somit auch unser eigenes Geschlecht, direct von den Halbaffen herkommen, liegt in der vergleichenden Anatomie der Placentalthiere.

Neunzehnte Stufe: Schwanzaffen (Menocerca).

Unter den beiden Abtheilungen der echten Affen, die sich aus den Halbaffen entwickelten, besitzt nur diejenige der Schmalnasen oder Katarrhinen nähere Blutsverwandtschaft mit dem Menschen. Unsere älteren Vorfahren aus dieser Gruppe waren vielleicht ähnlich den heute noch lebenden Nasenaffen (Taf. XIII, Fig. 5) und Schlankaffen

(Semnopithecus), mit demselben Gebiß und derselben Schmalnase wie der Mensch; aber noch mit dichtbehaartem Körper und einem langen Schwanze (S. 571). Diese geschwänzten schmalnasigen Affen (Catarrhina menocerca) entstanden aus den Halbaffen durch Umbildung des Gebisses und Verwandlung der Krallen an den Zehen in Nägel, wahrscheinlich schon in der älteren Tertiärzeit. Der sichere Beweis für unsere Abstammung von geschwänzten Catarrhinen liegt in der vergleichenden Anatomie und Ontogenie der Affen und Menschen.

Zwanzigste Stufe: **Menschenaffen (Anthropoides).**

Unter allen heute noch lebenden Affen stehen dem Menschen am nächsten die großen schwanzlosen Schmalnasen, der Orang und Gibbon in Asien, der Gorilla und Schimpanse in Afrika. Diese Menschenaffen oder Anthropoiden entstanden wahrscheinlich während der mittleren Tertiärzeit, in der miocenen Periode. Sie entwickelten sich aus den geschwänzten Katarrhinen der vorigen Stufe, mit denen sie im Wesentlichen übereinstimmen, durch Verlust des Schwanzes, theilweisen Verlust der Behaarung und überwiegende Entwickelung des Gehirntheiles über den Gesichtstheil des Schädels. Directe Vorfahren des Menschen sind unter den heutigen Anthropoiden nicht mehr zu suchen, wohl aber unter den unbekannten ausgestorbenen Menschenaffen der Miocenzeit. Den sicheren Beweis für die frühere Existenz derselben liefert die vergleichende Anatomie der Menschenaffen und der Menschen.

Einundzwanzigste Stufe: **Affenmenschen (Pithecanthropi).**

Obwohl die vorhergehende Ahnenstufe den echten Menschen bereits so nahe steht, daß man kaum noch eine vermittelnde Zwischenstufe anzunehmen braucht, können wir als eine solche dennoch die sprachlosen Urmenschen (Alali) betrachten. Diese Affenmenschen oder Pithekanthropen lebten wahrscheinlich erst gegen Ende der Tertiärzeit. Sie entstanden aus den Menschenaffen oder Anthropoiden durch die vollständige Angewöhnung an den aufrechten Gang und

die dem entsprechende stärkere Differenzirung der beiden Beinpaare. Die Vorderhand der Anthropoiden wurde bei ihnen zur Menschenhand, die Hinterhand dagegen zum Gangfuß. Obgleich diese Affenmenschen so nicht bloß durch ihre äußere Körperbildung, sondern auch durch ihre innere Geistesentwickelung dem eigentlichen Menschen schon viel näher, als die Menschenaffen gestanden haben werden, fehlte ihnen dennoch das eigentliche Hauptmerkmal des Menschen, die articulirte menschliche Wortsprache und die damit verbundene Entwickelung des höheren Selbstbewußtseins und der Begriffsbildung. Der sichere Beweis, daß solche sprachlose Urmenschen oder Affenmenschen dem sprechenden Menschen vorausgegangen sein müssen, ergiebt sich für den denkenden Menschen aus der vergleichenden Sprachforschung, und namentlich aus der Entwickelungsgeschichte der Sprache.

Zweiundzwanzigste Stufe: **Menschen (Homines).**

Die echten Menschen entwickelten sich aus den Affenmenschen der vorhergehenden Stufe durch die allmählige Ausbildung der thierischen Lautsprache zur gegliederten oder articulirten Wortsprache. Mit der Entwickelung dieser Function ging natürlich diejenige ihrer Organe, die höhere Differenzirung des Kehlkopfs und des Gehirns, Hand in Hand. Der Uebergang von den sprachlosen Affenmenschen zu den echten oder sprechenden Menschen erfolgte wahrscheinlich erst im Beginn der Quartärzeit oder der Diluvial-Periode, vielleicht aber auch schon früher, in der jüngeren Tertiärzeit. Da nach der übereinstimmenden Ansicht der meisten bedeutenden Sprachforscher nicht alle menschlichen Sprachen von einer gemeinsamen Ursprache abzuleiten sind, so müssen wir einen mehrfachen Ursprung der Sprache und dem entsprechend auch einen mehrfachen Uebergang von den sprachlosen Affenmenschen zu den echten, sprechenden Menschen annehmen.

Ahnenreihe des menſchlichen Stammbaums.

M N = Grenze zwiſchen den wirbelloſen Ahnen und den Wirbelthier-Ahnen.

Zeitalter der organiſchen Erdgeſchichte	Geologiſche Perioden der organiſchen Erdgeſchichte	Thieriſche Ahnenſtufen des Menſchen	Lebende nächſte Verwandte der Ahnenſtufen
I. Archolithiſche oder Primordial-Zeit	1. Laurentiſche Periode 2. Cambriſche Periode 3. Siluriſche Periode (Vergl. S. 352 und Taf. XII nebſt Erklärung)	1. Moneren (Monera)	Protogenes Protamoeba
		2. Einzellige Urthiere	Einfache Amoeben (Autamoebae)
		3. Vielzellige Urthiere	Amoebengemeinden (Synamoebae)
		4. Flimmerſchwärmer (Plannlata)	Magosphaera, Opalina etc.
		5. Bewimperte Infuſionsthiere	Infusoria ciliata
		6. Strudelwürmer (Turbellaria)	Rhabdocoela Dendrocoela
		7. Weichwürmer von unbekannter Form	? zwiſchen den Seeſcheiden und Strudelwürmern
		8. Sackwürmer (Himatega)	Seeſcheiden (Ascidiae)
		M - - - - - - - - - - - - - - - - - - N	
		9. Schädelloſe (Acrania)	Lanzetthiere (Amphioxi)
		10. Unpaarnaſen (Monorrbina)	Lampreten (Petromyzontes)
		11. Urfiſche (Selachii)	Haifiſche (Squalacei)
II. Palaeolithiſche oder Primär-Zeit	4. Devon-Periode 5. Steinkohlen-Periode 6. Permiſche Periode	12. Lurchfiſche (Dipneusta)	Moichfiſche (Protopteri)
		13. Kiemenlurche (Sozobranchia)	Olm (Proteus) Axolotl (Siredon)
		14. Schwanzlurche (Sozura)	Waſſermolche (Tritones)
III. Meſolithiſche oder Secundär-Zeit	7. Trias-Periode 8. Jura-Periode 9. Kreide-Periode	15. Uramnioten (Protamnia)	? zwiſchen den Schwanzlurchen u. Stammſäugern
		16. Stammſäuger (Promammalia)	Schnabelthiere (Monotrema)
		17. Beutelthiere (Marsupialia)	Beutelratten (Didelphyes)
IV. Cenolithiſche oder Tertiär-Zeit	10. Eocen-Periode 11. Miocen-Periode 12. Pliocen-Periode	18. Halbaffen (Prosimiae)	Lori (Stenops) Maki (Lemur)
		19. Geſchwänzte Schmalnaſen	Naſenaffen, Schlankaffen
		20. Menſchenaffen oder ſchwanzloſe Schmalnaſen	Gorilla, Schimpanſe, Orang, Gibbon
		21. Sprachloſe Menſchen oder Affenmenſchen	Taubſtumme, Kretinen und Microcephalen
V. Quartär-Zeit	13. Diluvial-Periode 14. Alluvial-Periode	22. Sprechende Menſchen	Auſtralier und Papuas

Dreiundzwanzigster Vortrag.

Wanderung und Verbreitung des Menschengeschlechts. Menschenarten und Menschenrassen.

Alter des Menschengeschlechts. Ursachen der Entstehung desselben. Der Ursprung der menschlichen Sprache. Einstämmiger (monophyletischer) und vielstämmiger (polyphyletischer) Ursprung des Menschengeschlechts. Abstammung der Menschen von vielen Paaren. Classification der Menschenrassen. System der zwölf Menschenarten. Wollhaarige Menschen oder Ulotrichen. Büschelhaarige (Papuas, Hottentotten). Vließhaarige (Kaffern, Neger). Schlichthaarige Menschen oder Lissotrichen. Straffhaarige (Australier, Malayen, Mongolen, Arktiker, Amerikaner). Lockenhaarige (Dravidas, Nubier, Mittelländer). Bevölkerungszahlen. Urheimath des Menschen (Südasien oder Lemurien). Beschaffenheit des Urmenschen. Zahl der Ursprachen (Monoglottonen und Polyglottonen). Divergenz und Wanderung des Menschengeschlechts. Geographische Verbreitung der Menschenarten.

Meine Herren! Der reiche Schatz von Kenntnissen, welchen wir in der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Wirbelthiere besitzen, gestattet uns schon jetzt, die wichtigsten Grundzüge des menschlichen Stammbaums in der Weise festzustellen, wie es in den letzten Vorträgen geschehen ist. Dessen ungeachtet dürfen Sie aber nicht erwarten, die menschliche Stammesgeschichte oder Phylogenie, die fortan die Grundlage der Anthropologie und somit auch aller anderen Wissenschaften bilden wird, in allen Einzelnheiten jetzt schon befriedigend übersehen zu können. Vielmehr muß der Ausbau dieser wichtigsten Wissenschaft, zu der wir nur den ersten Grund le-

gen können, den genaueren und eingehenderen Forschungen der Zukunft vorbehalten bleiben. Das gilt auch von denjenigen specielleren Verhältnissen der menschlichen Phylogenie, auf welche wir jetzt schließlich noch einen flüchtigen Blick werfen wollen, nämlich von den Fragen nach Zeit und Ort der Entstehung des Menschengeschlechts, sowie der verschiedenen Arten und Rassen, in welche sich dasselbe differenzirt hat.

Was zunächst den Zeitraum der Erdgeschichte betrifft, innerhalb dessen langsam und allmählich die Umbildung der menschenähnlichsten Affen zu den affenähnlichsten Menschen statt fand, so läßt sich dieser natürlich nicht nach Jahren, auch nicht nach Jahrhunderten bestimmen. Nur das können wir aus den, in den letzten Vorträgen angeführten Gründen mit voller Sicherheit behaupten, daß der Mensch jedenfalls von placentalen Säugethieren abstammt. Da aber von diesen Placentalthieren versteinerte Reste nur in den tertiären Gesteinen gefunden werden, so kann auch das Menschengeschlecht frühestens innerhalb der Tertiärzeit aus den vervollkommneten Menschenaffen sich entwickelt haben. Das Wahrscheinlichste ist, daß dieser wichtigste Vorgang in der irdischen Schöpfungsgeschichte gegen Ende der Tertiärzeit stattfand, also in der pliocenen, vielleicht schon in der miocenen Periode, vielleicht aber auch erst im Beginn der Diluvialzeit. Jedenfalls lebte der Mensch als solcher in Mitteleuropa schon während der Diluvialzeit, gleichzeitig mit vielen großen, längst ausgestorbenen Säugethieren, namentlich dem diluvialen Elephanten oder Mammuth (Elephas primigenius), dem wollhaarigen Nashorn (Rhinoceros tichorrhinus), dem Riesenhirsch (Cervus euryceros), dem Höhlenbär (Ursus spelaeus), der Höhlenhyäne (Hyaena spelaea), dem Höhlentiger (Felis spelaea) ꝛc. Die Resultate, welche die neuere Geologie und Archäologie über diesen fossilen Menschen der Diluvialzeit und seine thierischen Zeitgenossen an das Licht gefördert hat, sind vom höchsten Interesse. Da aber eine eingehende Betrachtung derselben den uns gesteckten Raum bei weitem überschreiten würde, so begnüge ich mich hier damit, ihre hohe

Bedeutung im Allgemeinen hervorzuheben, und verweise Sie bezüglich des Besonderen auf die zahlreichen Schriften, welche in neuester Zeit über die Urgeschichte des Menschen erschienen sind, namentlich auf die vortrefflichen Werke von Charles Lyell[30], Carl Vogt[27], Friedrich Rolle[28], John Lubbock[44], L. Büchner[43] u. s. w.

Die zahlreichen interessanten Entdeckungen, mit denen uns diese ausgedehnten Untersuchungen der letzten Jahre über die Urgeschichte des Menschengeschlechts beschenkt haben, stellen die wichtige (auch aus vielen anderen Gründen schon längst wahrscheinliche) Thatsache außer Zweifel, daß die Existenz des Menschengeschlechts als solchen jedenfalls auf mehr als zwanzigtausend Jahre zurückgeht. Wahrscheinlich sind aber seitdem mehr als hunderttausend Jahre, vielleicht viele Hunderte von Jahrtausenden verflossen, und es muß im Gegensatz dazu sehr komisch erscheinen, wenn noch heute unsere Kalender die „Erschaffung der Welt nach Calvisius" vor 5819 Jahren geschehen lassen.

Mögen Sie nun den Zeitraum, während dessen das Menschengeschlecht bereits als solches existirte und sich über die Erde verbreitete, auf zwanzigtausend, oder auf hunderttausend, oder auf viele hunderttausend Jahre anschlagen, jedenfalls ist derselbe verschwindend gering gegen die unfaßbare Länge der Zeiträume, welche für die stufenweise Entwickelung der langen Ahnenkette des Menschen erforderlich waren. Das geht schon hervor aus der sehr geringen Dicke, welche alle diluvialen Ablagerungen im Verhältniß zu den tertiären, und diese wiederum im Verhältniß zu den vorhergegangenen besitzen (vergl. S. 352). Aber auch die unendlich lange Reihe der schrittweise sich langsam entwickelnden Thiergestalten, von dem einfachsten Moner bis zum Amphioxus, von diesem bis zum Urfisch, vom Urfisch bis zum ersten Säugethiere und von diesem wiederum bis zum Menschen, erheischt zu ihrer historischen Entwickelung eine Reihenfolge von Zeiträumen, die wahrscheinlich viele Millionen von Jahrtausenden umfassen (vergl. S. 115).

Diejenigen Entwickelungsvorgänge, welche zunächst die Entstehung der affenähnlichsten Menschen aus den menschenähnlichsten Affen

veranlaßten, ſind in zwei Anpaſſungsthätigkeiten der letzteren zu ſuchen, welche vor allen anderen die Hebel zur Menſchwerdung waren: der aufrechte Gang und die gegliederte Sprache. Dieſe beiden phyſiologiſchen Functionen entſtanden nothwendig zugleich mit zwei entſprechenden morphologiſchen Umbildungen, mit denen ſie in der engſten Wechſelwirkung ſtehen, nämlich Differenzirung der beiden Gliedmaßenpaare und Differenzirung des Kehlkopfs. Die wichtige Vervollkommnung dieſer Organe und ihrer Functionen mußte aber drittens nothwendig auf die Differenzirung des Gehirns und der davon abhängigen Seelenthätigkeiten mächtig zurückwirken, und damit war der Weg für die unendliche Laufbahn eröffnet, in welcher ſich ſeitdem der Menſch fortſchreitend entwickelt, und ſeine thieriſchen Vorfahren ſo weit überflügelt hat. (Gen. Morph. II, 430.)

Als den erſten und älteſten Fortſchritt von dieſen drei mächtigen Entwickelungsbewegungen des menſchlichen Organismus haben wir wohl die höhere Differenzirung und Vervollkommnung der Extremitäten hervorzuheben, welche durch die Gewöhnung an den aufrechten Gang herbeigeführt wurde. Indem die Vorderfüße immer ausſchließlicher die Function des Greifens und Betaſtens, die Hinterfüße dagegen immer ausſchließlicher die Function des Auftretens und Gehens übernahmen und beibehielten, bildete ſich jener Gegenſatz zwiſchen Hand und Fuß aus, welcher zwar dem Menſchen nicht ausſchließlich eigenthümlich, aber doch viel ſtärker bei ihm entwickelt iſt, als bei den menſchenähnlichſten Affen. Dieſe Differenzirung der vorderen und hinteren Extremität war aber nicht allein für ihre eigene Ausbildung und Vervollkommnung höchſt vortheilhaft, ſondern ſie hatte zugleich eine ganze Reihe von ſehr wichtigen Veränderungen in der übrigen Körperbildung im Gefolge. Die ganze Wirbelſäule, namentlich aber Beckengürtel und Schultergürtel, ſowie die dazu gehörige Muskulatur, erlitten dadurch diejenigen Umbildungen, durch welche ſich der menſchliche Körper von demjenigen der menſchenähnlichſten Affen unterſcheidet. Wahrſcheinlich vollzogen

sich diese Umbildungen schon lange vor Entstehung der gegliederten Sprache, und es existirte das Menschengeschlecht schon geraume Zeit mit seinem aufrechten Gange und der dadurch herbeigeführten charakteristischen menschlichen Körperform, ehe sich die eigentliche Ausbildung der menschlichen Sprache und damit der zweite und wichtigere Theil der Menschwerdung vollzog. Wir können daher wohl mit Recht als eine besondere (21ste) Stufe unserer menschlichen Ahnenreihe den sprachlosen Menschen (Alalus) oder Affenmenschen (Pithecanthropus) unterscheiden, welcher zwar körperlich dem Menschen in allen wesentlichen Merkmalen schon gleichgebildet, aber noch ohne den Besitz der gegliederten Wortsprache war.

Die Entstehung der gegliederten Wortsprache, und die damit verbundene höhere Differenzirung und Vervollkommnung des Kehlkopfs haben wir erst als die spätere, zweite und wichtigste Stufe in dem Entwickelungsvorgang der Menschwerdung zu betrachten. Sie war es ohne Zweifel, welche vor allem die tiefe Kluft zwischen Mensch und Thier schaffen half, und welche zunächst auch die bedeutendsten Fortschritte in der Seelenthätigkeit und der damit verbundenen Vervollkommnung des Gehirns veranlaßte. Allerdings existirt eine Sprache als Mittheilung von Empfindungen, Bestrebungen und Gedanken auch bei sehr vielen Thieren, theils als Gebärdensprache oder Zeichensprache, theils als Tastsprache oder Berührungssprache, theils als Lautsprache oder Tonsprache. Allein eine wirkliche Wortsprache oder Begriffssprache, eine sogenannte „gegliederte oder artikulirte" Sprache, welche die Laute durch Abstraction zu Worten umbildet und die Worte zu Sätzen verbindet, ist, so viel wir wissen, ausschließliches Eigenthum des Menschen.

Mehr als alles Andere mußte die Entstehung der menschlichen Sprache veredelnd und umbildend auf das menschliche Seelenleben und somit auf sein Gehirn einwirken. Die höhere Differenzirung und Vervollkommnung des Gehirns, und des Geisteslebens als der höchsten Function des Gehirns, entwickelte sich in unmittelbarer Wechselwirkung mit seiner Aeußerung durch die

Sprache. Daher konnten die bedeutendsten Vertreter der vergleichenden Sprachforschung in der Entwickelung der menschlichen Sprache mit Recht den wichtigsten Scheidungsprozeß des Menschen von seinen thierischen Vorfahren erblicken. Dies hat namentlich August Schleicher in seinem Schriftchen „Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeschichte des Menschen" hervorgehoben [34]). In diesem Verhältniß ist einer der engsten Berührungspunkte zwischen der vergleichenden Zoologie und der vergleichenden Sprachkunde gegeben, und hier stellt die Entwickelungstheorie für die letztere die Aufgabe, den Ursprung der Sprache Schritt für Schritt zu verfolgen. Diese ebenso interessante als wichtige Aufgabe ist in neuester Zeit von mehreren Seiten mit Glück in Angriff genommen worden, so insbesondere von Wilhelm Bleek, welcher seit 15 Jahren in Südafrika mit dem Studium der Sprachen der niedersten Menschenrassen beschäftigt und dadurch besonders zur Lösung dieser Frage befähigt ist. Wie sich die verschiedenen Sprachformen, gleich allen anderen organischen Formen und Functionen, durch den Prozeß der natürlichen Züchtung entwickelt, und in viele Arten und Abarten zersplittert haben, hat namentlich August Schleicher der Selectionstheorie entsprechend erörtert [6]).

Den Prozeß der Sprachbildung selbst hier weiter zu verfolgen, haben wir keinen Raum, und ich verweise Sie in dieser Beziehung namentlich auf die wichtige, eben erwähnte Schrift von Wilhelm Bleek „über den Ursprung der Sprache" [35]). Dagegen müssen wir noch eines der wichtigsten hierauf bezüglichen Resultate der vergleichenden Sprachforschung hervorheben, welches für den Stammbaum der Menschenarten von höchster Bedeutung ist, daß nämlich die menschliche Sprache wahrscheinlich einen vielheitlichen oder polyphyletischen Ursprung hat. Die menschliche Sprache als solche entwickelte sich wahrscheinlich erst, nachdem die Gattung des sprachlosen Urmenschen oder Affenmenschen in mehrere Arten oder Species auseinander gegangen war. Bei jeder von diesen Menschenarten, und vielleicht selbst bei verschiedenen Unterarten und Abarten

dieser Species, entwickelte sich die Sprache selbstständig und unabhängig von den andern. Wenigstens giebt Schleicher, eine der ersten Autoritäten auf diesem Gebiete, an, daß „schon die ersten Anfänge der Sprache, im Laute sowohl als nach den Begriffen und Anschauungen, welche lautlich reflectirt wurden, und ferner nach ihrer Entwickelungsfähigkeit, verschieden gewesen sein müssen. Denn es ist positiv unmöglich, alle Sprachen auf eine und dieselbe Ursprache zurückzuführen. Vielmehr ergeben sich der vorurtheilsfreien Forschung so viele Ursprachen, als sich Sprachstämme unterscheiden lassen"[84]). Ebenso nehmen auch Friedrich Müller[42]) und andere bedeutende Linguisten eine selbstständige und unabhängige Entstehung der Sprachstämme und ihrer Ursprachen an. Bekanntlich entsprechen aber die Grenzen dieser Sprachstämme und ihrer Verzweigungen keineswegs immer den Grenzen der verschiedenen Menschenarten oder sogenannten „Rassen", welche wir auf Grund körperlicher Charaktere im Menschengeschlecht unterscheiden. Hierin, sowie in den verwickelten Verhältnissen der Rassenmischung und der vielfältigen Bastardbildung, liegt die große Schwierigkeit, welche die weitere Verfolgung des menschlichen Stammbaums in seine einzelnen Zweige, die Arten, Rassen, Abarten u. s. w. darbietet.

Trotz dieser großen und bedenklichen Schwierigkeiten können wir nicht umhin, hier noch einen flüchtigen Blick auf diese weitere Verzweigung des menschlichen Stammbaums zu werfen und dabei die viel besprochene Frage vom einheitlichen oder vielheitlichen Ursprung des Menschengeschlechts, seinen Arten oder Rassen, vom Standpunkte der Descendenztheorie aus zu beleuchten. Bekanntlich stehen sich in dieser Frage seit langer Zeit zwei große Parteien gegenüber, die Monophyleten und Polyphyleten. Die Monophyleten (oder Monogenisten) behaupten den einheitlichen Ursprung und die Blutsverwandtschaft aller Menschenarten. Die Polyphyleten (oder Polygenisten) dagegen sind der Ansicht, daß die verschiedenen Menschenarten oder Rassen selbstständigen Ursprungs sind. Nach den vorhergehenden genealogischen Untersuchungen kann es Ihnen nicht zweifel-

haft ſein, daß im weiteren Sinne jedenfalls die monophyletiſche Anſicht die richtige iſt. Denn vorausgeſetzt auch, daß die Umbildung menſchenähnlicher Affen zu Menſchen mehrmals ſtattgefunden hätte, ſo würden doch jene Affen ſelbſt durch den einheitlichen Stammbaum der ganzen Affenordnung wiederum zuſammenhängen. Es könnte ſich daher immer nur um einen näheren oder entfernteren Grad der eigentlichen Blutsverwandtſchaft handeln. Im engeren Sinne dagegen wird wahrſcheinlich die polyphyletiſche Anſchauung inſofern Recht behalten, als die verſchiedenen Urſprachen ſich ganz unabhängig von einander entwickelt haben. Wenn man alſo die Entſtehung der gegliederten Wortſprache als den eigentlichen Hauptakt der Menſchwerdung anſieht, und die Arten des Menſchengeſchlechts nach ihrem Sprachſtamme unterſcheiden will, ſo könnte man ſagen, daß die verſchiedenen Menſchenarten unabhängig von einander entſtanden ſeien, indem verſchiedene Zweige der aus den Affen unmittelbar entſtandenen ſprachloſen Urmenſchen ſich ſelbſtſtändig ihre Urſprache bildeten. Immerhin würden natürlich auch dieſe an ihrer Wurzel entweder weiter oben oder tiefer unten wieder zuſammenhängen und alſo doch ſchließlich alle von einem gemeinſamen Urſtamme abzuleiten ſein.

Wenn wir nun an dieſer letzteren Ueberzeugung allerdings feſthalten, und wenn wir aus vielen Gründen der Anſicht ſind, daß die verſchiedenen Species der ſprachloſen Urmenſchen alle von einer gemeinſamen Affenmenſchen-Form abſtammen, ſo wollen wir damit natürlich nicht ſagen, daß „alle Menſchen von einem Paare abſtammen.“ Dieſe letztere Annahme, welche unſere moderne indogermaniſche Bildung aus dem ſemitiſchen Mythus der moſaiſchen Schöpfungsgeſchichte herübergenommen hat, iſt auf keinen Fall haltbar. Der ganze berühmte Streit, ob das Menſchengeſchlecht von einem Paar abſtammt oder nicht, beruht auf einer vollkommen falſchen Frageſtellung. Er iſt ebenſo ſinnlos, wie der Streit, ob alle Jagdhunde oder alle Rennpferde von einem Paare abſtammen. Mit demſelben Rechte könnte man fragen, ob alle Deutſchen oder alle Engländer

„von einem Paare abstammen" u. s. w. Ein „erstes Menschenpaar" oder ein „erster Mensch" hat überhaupt niemals existirt, so wenig es jemals ein erstes Paar oder ein erstes Individuum von Engländern, Deutschen, Rennpferden oder Jagdhunden gegeben hat. Immer erfolgt natürlich die Entstehung einer neuen Art aus einer bestehenden Art in der Weise, daß eine lange Kette von vielen verschiedenen Individuen an dem langsamen Umbildungsprozeß betheiligt ist. Angenommen, daß wir alle die verschiedenen Paare von Menschenaffen und Affenmenschen neben einander vor uns hätten, die zu den wahren Vorfahren des Menschengeschlechts gehören, so würde es doch ganz unmöglich sein, ohne die größte Willkühr eines von diesen Affenmenschen-Paaren als „das erste Paar" zu bezeichnen. Ebensowenig kann man auch jede der zwölf Menschenrassen oder Species, die wir sogleich betrachten wollen, von einem „ersten Paare" ableiten.

Die Schwierigkeiten, denen wir bei der Classification der verschiedenen Menschenrassen oder Menschenarten begegnen, sind ganz dieselben, welche uns die Systematik der Thier- und Pflanzenarten bereitet. Hier wie dort sind die scheinbar ganz verschiedenen Formen doch meistens durch eine Kette von vermittelnden Uebergangsformen mit einander verknüpft. Hier wie dort kann der Streit, was Art oder Species, und was Rasse oder Varietät ist, niemals entschieden werden. Bekanntlich nahm man seit Blumenbach an, daß das Menschengeschlecht in fünf Rassen oder Varietäten zerfalle, nämlich: 1) die äthiopische oder schwarze Rasse (afrikanische Neger); 2) die malayische oder braune Rasse (Malayen, Polynesier und Australier); 3) die mongolische oder gelbe Rasse (die Hauptbevölkerung Asiens und die Eskimos Nordamerikas); 4) die amerikanische oder rothe Rasse (die Ureinwohner Amerikas); und 5) die kaukasische oder weiße Rasse (Europäer, Nordafrikaner und Südwest-Asiaten). Diese fünf Menschenrassen sollten alle, der jüdischen Schöpfungssage entsprechend, „von einem Paare", Adam und Eva, abstammen, und demgemäß nur Varietäten einer Art oder Species sein. Indessen kann bei unbefangener Vergleichung kein Zweifel darüber existiren, daß die Unterschiede

dieser fünf Rassen eben so groß und noch größer sind, als die „specifischen Unterschiede", auf deren Grund die Zoologen und Botaniker anerkannt gute Thier- und Pflanzenarten („bonae species") unterscheiden. Mit Recht behauptet daher der treffliche Paläontologe Quenstedt: „Wenn Neger und Kaukasier Schnecken wären, so würden die Zoologen mit allgemeiner Uebereinstimmung sie für zwei ganz vortreffliche Species ausgeben, die nimmermehr durch allmähliche Abweichung von einem Paare entstanden sein könnten."

Die Merkmale, durch welche man gewöhnlich die Menschenrassen unterscheidet, sind theils der Haarbildung, theils der Hautfarbe, theils der Schädelbildung entnommen. In letzterer Beziehung unterscheidet man als zwei extreme Formen Langköpfe und Kurzköpfe. Bei den Langköpfen (Dolichocephali), deren stärkste Ausbildung sich bei den Negern und Australiern findet, ist der Schädel langgestreckt, schmal, von rechts nach links zusammengedrückt. Bei den Kurzköpfen (Brachycephali) dagegen ist der Schädel umgekehrt von vorn nach hinten zusammengedrückt, kurz und breit, wie es namentlich bei den Mongolen in die Augen springt. Die zwischen beiden Extremen in der Mitte stehenden Mittelköpfe (Mesocephali) sind namentlich bei den Amerikanern vorherrschend. In jeder dieser drei Gruppen kommen Schiefzähnige (Prognathi) vor, bei denen die Kiefer, wie bei der thierischen Schnauze, stark vorspringen und die Vorderzähne daher schief nach vorn gerichtet sind, und Gradzähnige (Orthognathi), bei denen die Kiefer wenig vorspringen und die Vorderzähne senkrecht stehen. Man hat in den letzten zehn Jahren sehr viel Mühe und Zeit an die genaueste Untersuchung und Messung der Schädelformen gewendet, ohne daß diese durch entsprechende Resultate belohnt worden wären. Denn innerhalb einer einzigen Species, wie z. B. der mittelländischen, kann die Schädelform so variiren, daß man in derselben extreme Gegensätze findet. Viel bessere Anhaltpunkte für die Classification der menschlichen Species liefert die Beschaffenheit der Behaarung und der Sprache, weil diese sich viel strenger als die Schädelform vererben.

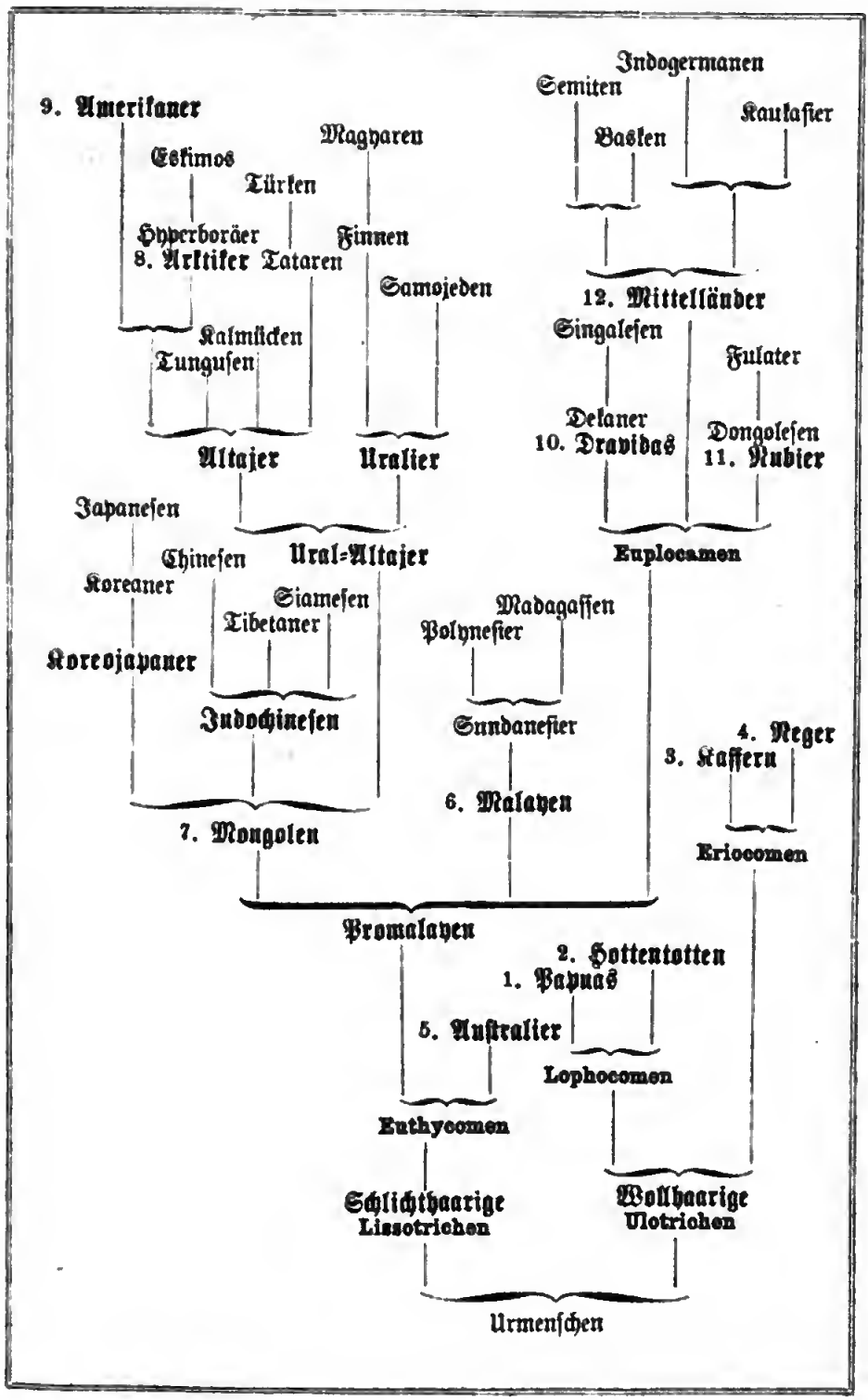
Insbesondere scheint die vergleichende Sprachforschung hier maßgebend zu werden. In der neuesten vortrefflichen Bearbeitung der Menschenrassen, welche der Wiener Sprachforscher Friedrich Müller in seiner Ethnographie[42]) gegeben hat, ist die Sprache mit Recht in den Vordergrund gestellt. Demnächst ist die Beschaffenheit des Kopfhaars von großer Bedeutung. An sich allerdings ein untergeordneter morphologischer Charakter, scheint sich dieselbe dennoch streng innerhalb der Rasse zu vererben. Von den zwölf Menschen-Species, die wir im Folgenden unterscheiden (S. 604) zeichnen sich die vier niederen Arten durch die wollige Beschaffenheit der Kopfhaare aus; jedes Haar ist bandartig abgeplattet und erscheint daher auf dem Querschnitt länglich rund. Wir können diese vier Arten von Wollhaarigen (Ulotriches) in zwei Gruppen bringen, in Büschelhaarige und Vließhaarige. Bei den Büschelhaarigen (Lophocomi), den Papuas und Hottentotten, wachsen die Kopfhaare, ungleichmäßig vertheilt, in kleinen Büscheln. Bei den Vließhaarigen (Eriocomi) dagegen, den Kaffern und Negern, sind die Wollhaare gleichmäßig über die ganze Kopfhaut vertheilt. Alle Ulotrichen oder Wollhaarigen sind schiefzähnig und langköpfig. Alle sind Bewohner der südlichen Erdhälfte; nur in Afrika überschreiten sie den Aequator. Im Allgemeinen stehen sie auf einer viel tieferen Entwickelungsstufe und den Affen viel näher, als die meisten Lissotrichen oder Schlichthaarigen. Einer wahren inneren Cultur und einer höheren geistigen Durchbildung sind die Ulotrichen unfähig, auch unter so günstigen Anpassungsbedingungen, wie sie ihnen jetzt in den vereinigten Staaten Nordamerikas geboten werden. Kein kraushaariges Volk hat jemals eine bedeutende „Geschichte" gehabt.

Bei den acht höheren Menschenrassen, die wir als Schlichthaarige (Lissotriches) zusammenfassen, ist das Kopfhaar niemals eigentlich wollig, auch wenn es bei einzelnen Individuen sich stark kräuselt. Jedes einzelne Haar ist nämlich cylindrisch (nicht bandförmig) und daher auf dem Querschnitt kreisrund (nicht länglich rund). Auch die acht lissotrichen Species können wir auf zwei Gruppen

Syſtematiſche Ueberſicht

der 12 Menſchen-Arten und ihrer 36 Raſſen. (Vergl. Taf. XV.)

Species	Raſſe	Heimath	Einwanderung von
1. Papua Homo papua	1. Negritos	Malacca, Philippinen	Weſten
	2. Neoguineer	Neuguinea	Weſten
	3. Melaneſier	Melaneſien	Nordweſten
	4. Tasmanier	Vandiemensland	Nordoſten
2. Hottentotte H. hottentottus	5. Hottentotten	Capland	Nordoſten
	6. Buſchmänner	Capland	Nordoſten
3. Kaffer Homo cafer	7. Zulukaffern	Oeſtliches Südafrika	Norden
	8. Beſchuanen	Centrales Südafrika	Nordoſten
	9. Congokaffern	Weſtliches Südafrika	Oſten
4. Neger Homo niger	10. Tibu-Neger	Tibu-Land	Südoſten
	11. Sudan-Neger	Sudan	Oſten
	12. Senegambier	Senegambien	Oſten
	13. Nigritier	Nigritien	Oſten
5. Auſtralier H. australis	14. Nordauſtralier	Nordauſtralien	Norden
	15. Südauſtralier	Südauſtralien	Norden
6. Malaye Homo malayus	16. Sundaneſier	Sunda-Archipel	Weſten
	17. Polyneſier	Pacifiſcher Archipel	Weſten
	18. Madagaſſen	Madagascar	Oſten
7. Mongole Homo mongolus	19. Indochineſen	Tibet, China	Süden
	20. Coreo-Japaner	Corea, Japan	Südweſten
	21. Altajer	Mittelaſien, Nordaſien	Süden
	22. Uralier	Nordweſtaſien, Nordeuropa, Ungarn	Südoſten
8. Arktiker H. arcticus	23. Hyperboräer	Nordöſtlichſtes Aſien	Südweſten
	24. Eskimos	Nördlichſtes Amerika	Weſten
9. Amerikaner Homo americanus	25. Nordamerikaner	Nordamerika	Nordweſten
	26. Mittelamerikaner	Mittelamerika	Norden
	27. Südamerikaner	Südamerika	Norden
	28. Patagonier	Südlichſtes Amerika	Norden
10. Dravidas H. dravida	29. Dekaner	Vorder-Indien	Oſten?
	30. Singaleſen	Ceylon	Norden?
11. Nubier H. nuba	31. Dongoleſen	Nubien	Oſten
	32. Fulater	Fula-Land (Mittelafrika)	Oſten
12. Mittelländer Homo mediterraneus	33. Kaukaſier	Kaukaſus	Südoſten
	34. Basken	Nördlichſtes Spanien	Süden?
	35. Semiten	Arabien, Nordafrika ꝛc.	Oſten
	36. Indogermanen	Südweſtaſien, Europa ꝛc.	Südoſten


Indogermanen
Semiten
Kaukasier
9. Amerikaner
Basken
Magyaren
Eskimos
Türken
Hyperboräer
Finnen
8. Arktiker
Tataren
Samojeden
12. Mittelländer
Kalmücken
Singalesen
Tungusen
Fulater
Delaner
Dongolesen
10. Dravidas
11. Nubier
Altajer
Uralier
Japanesen
Chinesen
Ural-Altajer
Euplocamen
Koreaner
Siamesen
Madagassen
Tibetaner
Polynesier
Koreojapaner
Indochinesen
Sundanesier
4. Neger
3. Kaffern
6. Malayen
7. Mongolen
Eriocomen
Promalayen
2. Hottentotten
1. Papuas
5. Australier
Lophocomen
Euthycomen
Schlichthaarige
Lissotrichen
Wollhaarige
Ulotrichen
Urmenschen

vertheilen: Straffhaarige und Lockenhaarige. Zu den Straffhaarigen (Euthycomi), bei denen das Kopfhaar ganz glatt und straff, nicht gekräuselt ist, gehören die Australier, Malayen, Mongolen, Arktiker und Amerikaner. Zu den Lockenhaarigen dagegen, bei denen das Kopfhaar mehr oder weniger lockig und auch der Bart mehr als bei allen anderen Arten entwickelt ist, gehören die Dravidas, Nubier und Mittelländer.

Bevor wir nun den Versuch wagen, die phyletische Divergenz des Menschengeschlechts und den genealogischen Zusammenhang seiner verschiedenen Arten hypothetisch zu beleuchten, wollen wir eine kurze Schilderung der zwölf genannten Species und ihrer Verbreitung vorausschicken. Um die geographische Verbreitung derselben klar zu übersehen, müssen wir uns um drei oder vier Jahrhunderte zurückversetzen, in die Zeit, wo die indische Inselwelt und Amerika eben erst entdeckt war, und wo die gegenwärtige vielfache Mischung der Species, insbesondere die Ueberfluthung durch die indogermanische Rasse, noch nicht so vorgeschritten war. Wir beginnen, von den niedersten Stufen aufsteigend, mit den wollhaarigen Menschen (Ulotriches), welche sämmtlich prognathe Dolichocephalen sind.

Unter den jetzt noch lebenden Menschenarten steht der ursprünglichen Stammform der wollhaarigen Menschen am nächsten vielleicht der Papua (Homo papua, Taf. XIV, Fig. 13). Diese Species bewohnt gegenwärtig nur noch die große Insel Neuguinea und den östlich davon gelegenen Archipel von Melanesien (die Salomons-Inseln, Neu-Kaledonien, die neuen Hebriden u. s. w.). Zerstreute Reste derselben finden sich aber auch noch im Innern der Halbinsel Malacca, sowie auf vielen anderen Inseln des großen pacifischen Archipels, meistens in den unzugänglichen gebirgigen Theilen des Innern, so namentlich auf den Philippinen. Auch die kürzlich ausgestorbenen Tasmanier oder die Bevölkerung von Vandiemensland gehörte zu dieser Art. Aus diesen und anderen Umständen geht hervor, daß die Papuas früher einen viel weiteren Verbreitungsbezirk im Südosten Asiens besaßen. Sie wurden aus diesem durch die Malayen ver-

drängt, und nach Osten fortgeschoben. Alle Papuas sind von schwarzer Hautfarbe, die bald mehr in das Bräunliche, bald mehr in das Bläuliche spielt. Die krausen Haare wachsen in Büscheln, sind spiralig gewunden, und oft über einen Fuß lang, so daß sie eine mächtige, weit abstehende wollige Perücke bilden. Das Gesicht zeigt unter einer schmalen, eingedrückten Stirn eine große aufgestülpte Nase und dicke, aufgeworfene Lippen. Durch ihre eigenthümliche Haarbildung und Sprache unterscheiden sich die Papuas von ihren schlichthaarigen Nachbarn, sowohl von den Malayen, als von den Australiern so wesentlich, daß man sie als eine ganz besondere Species betrachten muß.

Den Papuas durch den büscheligen Haarwuchs nahe verwandt, obwohl räumlich weit von ihnen geschieden, sind die Hottentotten (Homo hottentottus Taf. XIV, Fig. 14). Sie bewohnen ausschließlich das südlichste Afrika, das Kapland und die nächstangrenzenden Theile, und sind hier von Nordosten her eingewandert. Gleich ihren Stammesgenossen, den Papuas, nahmen auch die Hottentotten früher einen viel größeren Raum (wahrscheinlich das ganze östliche Afrika) ein und gehen jetzt ihrem Aussterben entgegen. Außer den eigentlichen Hottentotten, von denen jetzt nur noch die beiden Stämme der Koraka (im östlichen Kapland) und der Namaka (im westlichen Kapland) existiren, gehören hierher auch die viehischen Buschmänner (im gebirgigen Inneren des Kaplandes). Bei allen diesen Hottentotten wächst das krause Haar ebenso in Büscheln, wie bei den Papuas, ähnlich einer Bürste. Beide Species stimmen auch darin überein, daß sich im Gesäß des weiblichen Geschlechts eine besondere Neigung zur Anhäufung großer Fettmassen zeigt (Steatopygia). Die Hautfarbe der Hottentotten ist aber viel heller, gelblich braun. Das sehr platte Gesicht zeichnet sich durch kleine Stirn und Nase, aber große Nasenlöcher aus. Der Mund ist sehr breit, mit großen Lippen, das Kinn schmal und spitz. Die Sprache ist durch viele ganz eigenthümliche Schnalzlaute ausgezeichnet.

Die nächsten Nachbarn und Verwandten der Hottentotten sind die Kaffern (Homo cafer Taf. XIV, Fig. 15). Diese kraushaarige

Menſchenart unterſcheidet ſich jedoch, ebenſo wie die folgende (die echten Neger) von den Hottentotten und Papuas dadurch, daß das wollige Haar nicht büſchelweiſe vertheilt iſt, ſondern als dichtes Vließ den Kopf bedeckt. Die Farbe der Haut durchläuft alle Abſtufungen von dem gelblichen Braun der Hottentotten bis zu dem Braunſchwarz oder reinen Schwarz des echten Negers. Während man früher der Kaffernraſſe einen ſehr engen Verbreitungsbezirk anwies und ſie meiſt nur als eine Varietät des echten Negers betrachtete, zählt man dagegen jetzt zu dieſer Species die geſammte Bevölkerung des äquatorialen Afrika von 20 Grad ſüdlicher bis 4 Grad nördlicher Breite, mithin alle Südafrikaner mit Ausſchluß der Hottentotten. Insbeſondere gehören dahin an der Oſtküſte die Zulu-, Zambeſi- und Moſambik-Völker, im Inneren die große Völkerfamilie der Beſchuanen oder Setſchuanen, und an der Weſtküſte die Herrero- und Congo-Stämme. Auch ſie ſind, wie die Hottentotten, von Nordoſten her eingewandert. Von den Negern, mit denen man die Kaffern gewöhnlich vereinigte, unterſcheiden ſie ſich ſehr weſentlich durch die Schädelbildung und die Sprache. Das Geſicht iſt lang und ſchmal, die Stirn hoch und gewölbt, die Naſe vorſpringend, oft gebogen, die Lippen nicht ſo ſtark aufgeworfen und das Kinn ſpitz. Die mannichfaltigen Sprachen der verſchiedenen Kaffern-Stämme laſſen ſich alle von einer ausgeſtorbenen Urſprache, der Bantu-Sprache, ableiten.

Der echte Neger (Homo niger) bildet gegenwärtig, nachdem man Kaffern, Hottentotten und Nubier von ihm abgetrennt hat, eine viel weniger umfangreiche Menſchen-Art, als man früher annahm. Es gehören dahin jetzt nur noch die Tibus im öſtlichen Theile der Sahara, die Sudan-Völker oder Sudaner, welche zunächſt im Süden dieſer großen Wüſte wohnen, und die Bevölkerung der weſtafrikaniſchen Küſtenländer, von der Mündung des Senegal im Norden, bis unterhalb der Niger-Mündung im Süden (Senegambier und Nigritier). Die echten Neger ſind demnach zwiſchen den Aequator und den nördlichen Wendekreis eingeſchloſſen, und haben dieſen letzteren nur mit einem kleinen Theile der Tibu-Raſſe im Oſten überſchritten. In-

nerhalb dieser Zone hat die Neger-Art sich von Osten her ausgebreitet. Die Hautfarbe der echten Neger ist stets ein mehr oder minder reines Schwarz. Die Haut ist sammetartig anzufühlen, und durch eine eigenthümliche übelriechende Ausdünstung ausgezeichnet. Während die Neger in der wolligen Behaarung des Kopfes mit den Kaffern übereinstimmen, unterscheiden sie sich von ihnen nicht unwesentlich durch die Gesichtsbildung. Die Stirn ist flacher und niedriger, die Nase breit und dick, nicht vorspringend, die Lippen stark wulstig aufgetrieben, und das Kinn sehr kurz (Taf. XIV, Fig. 16). Ausgezeichnet sind ferner die echten Neger durch fast gänzlichen Mangel der Waden und sehr lange Arme. Schon sehr frühzeitig muß sich diese Menschen-Species in sehr zahlreiche einzelne Stämme zersplittert haben, da ihre zahlreichen und ganz verschiedenen Sprachen sich durchaus nicht auf eine Ursprache zurückführen lassen.

Den vier eben betrachteten wollhaarigen Menschen-Arten stehen nun als anderer Hauptzweig der Gattung die schlichthaarigen Menschen (Homines lissotriches) gegenüber. Von den acht Arten dieser letzteren lassen sich, wie wir sahen, fünf Species als Straffhaarige (Euthycomi) und drei Species als Lockenhaarige (Euplocami) zusammenfassen. Wir betrachten zunächst die ersteren, zu denen die Urbevölkerung von dem größten Theile Asiens und von ganz Amerika gehört.

Auf der tiefsten Stufe unter allen schlichthaarigen Menschen, und im Ganzen vielleicht unter allen noch lebenden Menschen-Arten stehen die Australier oder Australneger (Homo australis). Diese Species scheint ausschließlich auf die große Insel Australien beschränkt zu sein. Sie gleicht den echten afrikanischen Negern durch die schwarze oder schwarzbraune und übelriechende Haut, durch die stark schiefzähnige und langköpfige Schädelform, die zurücktretende Stirn, breite Nase und dick aufgeworfene Lippen, sowie durch den fast gänzlichen Mangel der Waden. Dagegen unterscheiden sich die Australneger sowohl von den echten Negern, als von ihren nächsten Nachbarn, den Papuas, durch viel schwächeren, feineren Knochenbau, und namentlich

durch die Bildung des Kopfhaars, welches nicht wollig-kraus, ſondern entweder ganz ſchlicht oder nur ſchwach gelockt iſt (Taf. XIV, Fig. 17). Die ſehr tiefe, körperliche und geiſtige Ausbildungsſtufe der Auſtralier iſt übrigens zum Theil vielleicht nicht urſprünglich, ſondern durch Rückbildung, durch Anpaſſung an die ſehr ungünſtigen Exiſtenzbedingungen Auſtraliens entſtanden. Wahrſcheinlich ſind die Auſtralneger, als ein ſehr früh abgezweigter Aſt der Euthykomen, von Norden oder Nordweſten her in ihre gegenwärtige Heimath eingewandert. Die ganz eigenthümliche Sprache der Auſtralier zerſplittert ſich in ſehr zahlreiche kleine Zweige, die in eine nördliche und eine ſüdliche Abtheilung ſich gruppiren.

Eine genealogiſch wichtige, obwohl nicht umfangreiche Menſchen-Species bilden die Malayen (Homo malayus), die braune Menſchenraſſe der früheren Ethnographie (Taf. XIV, Fig. 18). Eine ausgeſtorbene, ſüdaſiatiſche Menſchen-Art, welche den heutigen Malayen ſehr nahe ſtand, iſt wahrſcheinlich als die gemeinſame Stammform dieſer und der folgenden, höheren Menſchen-Arten anzuſehen. Wir wollen dieſe hypothetiſche Stammart als Urmalayen oder Promalayen bezeichnen. Die heutigen Malayen zerfallen in zwei weit zerſtreute Raſſen, in die Sundaneſier, welche Malakka und die Sunda-Inſeln (Sumatra, Java, Borneo ꝛc.) ſowie die Philippinen bevölkern, und die Polyneſier, welche über den größten Theil des paciſiſchen Archipels ausgebreitet ſind. Die nördliche Grenze ihres weiten Verbreitungsbezirks wird öſtlich von den Sandwich-Inſeln (Hawai), weſtlich von den Marianen-Inſeln (Ladronen) gebildet; die ſüdliche Grenze dagegen öſtlich von dem Mangareva-Archipel, weſtlich von Neuſeeland. Ein weit nach Weſten verſchlagener einzelner Zweig der Sundaneſier ſind die Bewohner von Madagascar. Dieſe weite pelagiſche Verbreitung der Malayen erklärt ſich aus ihrer beſonderen Neigung für das Schifferleben. Als ihre Urheimath iſt der ſüdöſtliche Theil des aſiatiſchen Feſtlandes zu betrachten, von wo aus ſie ſich nach Oſten und Süden verbreiteten und die Papuas vor ſich her drängten. In der körperlichen Bildung ſtehen die Malayen unter

den übrigen Arten den Mongolen am nächsten, ziemlich nahe aber auch den lockigen Mittelländern. Der Schädel ist meist kurzköpfig, seltener mittelköpfig, und sehr selten langköpfig. Das Haar ist schlicht und straff, oft jedoch etwas gelockt. Die Hautfarbe ist braun, bald mehr gelblich oder zimmtbraun, bald mehr röthlich oder kupferbraun, seltener dunkelbraun. In der Gesichtsbildung stehen die Malayen zum großen Theil in der Mitte zwischen den Mongolen und Mittelländern. Oft sind sie von letzteren kaum zu unterscheiden. Das Gesicht ist meist breit, mit vorspringender Nase und dicken Lippen, die Augen nicht so enggeschlitzt und schief, wie bei den Mongolen. Alle Malayen und Polynesier bezeugen ihre nahe Stammesverwandtschaft durch ihre Sprache, welche sich zwar schon frühzeitig in viele kleine Zweige zersplitterte, aber doch immer von einer gemeinsamen, ganz eigenthümlichen Ursprache ableitbar ist.

Die individuenreichste von allen Menschen-Arten bildet neben dem mittelländischen der mongolische Mensch (Homo mongolicus) (Taf. XIV, Fig. 19). Dahin gehören alle Bewohner des asiatischen Festlandes, mit Ausnahme der Hyperboräer im Norden, der wenigen Malayen im Südosten (Malakka), der Dravidas in Vorderindien, und der Mittelländer im Südwesten. In Europa ist diese Menschen-Art durch die Finnen und Lappen im Norden, die Osmanen in der Türkei und die Magyaren in Ungarn vertreten. Die Hautfarbe der Mongolen ist stets durch den gelben Grundton ausgezeichnet, bald heller erbsengelb oder selbst weißlich, bald dunkler braungelb. Das Haar ist immer straff und schwarz. Die Schädelform ist bei der großen Mehrzahl entschieden kurzköpfig (namentlich bei den Kalmücken, Baschkiren u. s. w.), häufig auch mittelköpfig (Tataren, Chinesen u. s. w.). Dagegen kommen echte Langköpfe unter ihnen gar nicht vor. In der runden Gesichtsbildung sind die enggeschlitzten, oft schief geneigten Augen auffallend, die stark vorstehenden Backenknochen, breite Nase und dicken Lippen. Die Sprache aller Mongolen läßt sich wahrscheinlich auf eine gemeinsame Ursprache zurückführen. Doch stehen sich als zwei früh getrennte Hauptzweige

die einſilbigen Sprachen der indo-chineſiſchen Raſſe und die mehrſilbigen Sprachen der übrigen mongoliſchen Raſſen gegenüber. Zu dem einſilbigen oder monoſyllaben Stamme der Indochineſen gehören die Tibetaner, Birmanen, Siameſen und Chineſen. Die übrigen, die vielſilbigen oder polyſyllaben Mongolen zerfallen in drei Raſſen, nämlich 1) die Koreo-Japaner (Koreaner und Japaneſen); 2) die Altajer (Tataren, Türken, Kirgiſen, Kalmücken, Burjäten, Tunguſen); und 3) die Uralier (Samojeden, Finnen). Von den Finnen ſtammt auch die magyariſche Bevölkerung Ungarns ab.

Als eine Abzweigung der mongoliſchen Menſchen-Art iſt der Polarmenſch (Homo arcticus) zu betrachten (Taf. XIV, Fig. 20). Wir faſſen unter dieſer Bezeichnung die Bewohner der arktiſchen Polarländer in beiden Hemiſphären zuſammen, die Eskimos (und Grönländer) in Nordamerika, und die Hyperboräer im nordöſtlichen Aſien (Jukagiren, Tſchuktſchen, Kurjäken und Kamtſchadalen). Durch Anpaſſung an das Polarklima iſt dieſe Menſchenform ſo eigenthümlich umgebildet, daß man ſie wohl als Vertreter einer beſonderen Species betrachten kann. Ihre Statur iſt niedrig und unterſetzt, die Schädelform mittelköpfig oder ſogar langköpfig, die Augen eng und ſchief geſchlitzt, wie bei den Mongolen, auch die Backenknochen vorſtehend und der Mund breit. Das Haar iſt ſtraff und ſchwarz. Die Hautfarbe iſt heller oder dunkler bräunlich, bald faſt weißlich oder mehr gelb, wie bei den Mongolen, bald mehr röthlich, wie bei den Amerikanern. Die Sprachen der Polarmenſchen ſind noch wenig bekannt, jedoch ſowohl von den mongoliſchen, als von den amerikaniſchen verſchieden. Wahrſcheinlich ſind die Arktiker als zurückgebliebene und eigenthümlich angepaßte Zweige jenes Mongolen-Stammes zu betrachten, der aus dem nordöſtlichen Aſien nach Nordamerika hinüberwanderte und dieſen Erdtheil bevölkerte.

Zur Zeit der Entdeckung Amerikas war dieſer Erdtheil (von den Eskimos abgeſehen) nur von einer einzigen Menſchenart bevölkert, den Rothhäuten oder Amerikanern (Homo americanus) (Taf. XIV, Fig. 21). Unter allen übrigen Menſchenarten ſind ihr

die beiden vorigen am nächsten verwandt. Insbesondere ist die Schädelform meistens der Mittelkopf, selten Kurzkopf oder Langkopf. Die Stirn ist breit und sehr niedrig, die Nase groß, vortretend und oft gebogen, die Backenknochen vortretend, die Lippen eher dünn, als dick. Das Haar ist schwarz und straff. Die Hautfarbe ist durch rothen Grundton ausgezeichnet, welcher jedoch bald rein kupferroth oder heller röthlich, bald mehr dunkler rothbraun, gelbbraun oder olivenbraun wird. Die zahlreichen Sprachen der verschiedenen amerikanischen Rassen und Stämme sind außerordentlich verschieden, aber doch in der ursprünglichen Anlage wesentlich übereinstimmend. Wahrscheinlich ist Amerika zuerst vom nordöstlichen Asien her bevölkert worden, von demselben Mongolen-Stamme, von dem auch die Arktiker (Hyperboräer und Eskimos) sich abgezweigt haben. Zuerst breitete sich dieser Stamm in Nordamerika aus und wanderte erst von da aus über die Landenge von Central-Amerika hinunter nach Südamerika, in dessen südlichster Spitze die Species durch Anpassung an sehr ungünstige Existenz-Bedingungen eine starke Rückbildung erfuhr. Möglicher Weise sind aber von Westen her außer Mongolen auch Polynesier in Amerika eingewandert und haben sich mit diesen vermischt. Jedenfalls sind die Ureinwohner Amerikas aus der alten Welt herübergekommen, und keineswegs, wie einige meinten, aus amerikanischen Affen entstanden. Katarrhinen oder schmalnasige Affen haben zu keiner Zeit in Amerika existirt.

Die drei Menschen-Species, welche wir nun noch unterscheiden, die Dravida, Nubier und Mittelländer, stimmen in mancherlei Eigenthümlichkeiten überein, welche eine nähere Verwandtschaft derselben zu begründen scheinen und sie von den vorhergehenden unterscheiden. Dahin gehört vor Allen die Entwickelung eines starken Barthaares, welche allen übrigen Species entweder ganz fehlt oder nur sehr spärlich auftritt. Das Haupthaar ist gewöhnlich nicht so straff und glatt, wie bei den fünf vorhergehenden Arten, sondern meistens mehr oder weniger gelockt. Auch andere Charactere scheinen dafür zu sprechen

daß wir dieſelben in einer Hauptgruppe, den Lockenhaarigen (Euplocami) vereinigen können.

Der gemeinſamen Stammform der Euplokamen, und vielleicht aller Liſſotrichen ſehr nahe ſcheint der Dravida-Menſch zu ſtehen (Homo dravida) (Taf. XIV, Fig. 22). Gegenwärtig iſt dieſe uralte Species nur noch durch die Dekhan-Völker im ſüdlichen Theile Vorder-Indiens und durch die benachbarten Bewohner der Gebirge des nordöſtlichen Ceylon vertreten. Früher aber ſcheint dieſelbe ganz Vorderindien eingenommen und auch noch weiter ſich ausgedehnt zu haben. Sie zeigt einerſeits Verwandtſchafts-Beziehungen zu den Auſtraliern und Malayen, anderſeits zu den Mongolen und Mittelländern. Die Hautfarbe iſt ein lichteres oder dunkleres Braun, bei einigen Stämmen mehr gelbbraun, bei anderen faſt ſchwarzbraun. Das Haupthaar iſt, wie bei den Mittelländern, mehr oder weniger gelockt, weder ganz glatt, wie bei den Euthykomen, noch eigentlich wollig, wie bei den Ulotrichen. Auch durch den ausgezeichnet ſtarken Bartwuchs gleichen ſie den Mittelländern. Ihre ovale Geſichtsbildung ſcheint theils derjenigen der Malayen, theils derjenigen der Mittelländer am nächſten verwandt zu ſein. Gewöhnlich iſt die Stirn hoch, die Naſe vorſpringend, ſchmal, die Lippen wenig aufgeworfen. Ihre Sprache iſt gegenwärtig ſtark mit indogermaniſchen Elementen vermiſcht, ſcheint aber urſprünglich von einer ganz eigenthümlichen Urſprache abzuſtammen.

Nicht weniger Schwierigkeiten, als die Dravida-Species, hat den Ethnographen der Nubier (Homo nuba) verurſacht, unter welchem Namen wir nicht nur die eigentlichen Nubier (Schangallas oder Dongoleſen), ſondern auch die ganz nahe verwandten Fulas oder Fellatas begreifen (Taf. XIV, Fig. 23). Die eigentlichen Nubier bewohnen die oberen Nil-Länder (Dongola, Schangalla, Barabra, Kordofan); die Fulas oder Fellatas dagegen ſind von da aus weit nach Weſten gewandert und bewohnen jetzt einen breiten Strich im Süden der weſtlichen Sahara, eingekeilt zwiſchen die Sudaner im Norden und die Nigritier im Süden. Gewöhnlich werden die Nuba- und Fula-

Völker entweder zu den Negern, oder zu den hamitischen Völkern (also Mittelländern) gerechnet, unterscheiden sich aber von Beiden so wesentlich, daß man sie als eine besondere Art betrachten muß. Wahrscheinlich nahm dieselbe früher einen großen Theil des nordöstlichen Afrika ein. Die Hautfarbe der Nuba- und Fula-Völker ist gelbbraun oder rothbraun, seltener dunkelbraun bis schwarz. Das Haar ist nicht wollig, sondern nur lockig, oft sogar fast ganz schlicht; die Haarfarbe ist dunkelbraun oder schwarz. Der Bartwuchs ist viel stärker als bei den Negern entwickelt. Die ovale Gesichtsbildung nähert sich mehr dem mittelländischen als dem Neger-Typus. Die Stirn ist hoch und breit, die Nase vorspringend und nicht platt gedrückt, die Lippen nicht so stark aufgeworfen wie beim Neger. Die Sprachen der Nubischen Völker scheinen sich ebenfalls von denjenigen der echten Neger weit zu entfernen.

An die Spitze aller Menschenarten hat man von jeher als die höchst entwickelte und vollkommenste den kaukasischen oder mittelländischen Menschen (Homo mediterraneus) gestellt. Gewöhnlich wird diese Form als „kaukasische Rasse" bezeichnet. Da jedoch grade der kaukasische Zweig unter allen Rassen dieser Species die wenigst bedeutende ist, so ziehen wir die von Friedrich Müller vorgeschlagene, viel passendere Bezeichnung des Mediterran-Menschen oder Mittelländers vor. Denn die wichtigsten Rassen dieser Species, welche zugleich die bedeutendsten Factoren der sogenannten „Weltgeschichte" sind, haben sich an den Gestaden des Mittelmeeres zu ihrer ersten Blüthe entwickelt. Der frühere Verbreitungsbezirk dieser Art wird durch die Bezeichnung der „indo-atlantischen" Species ausgedrückt, während dieselbe gegenwärtig sich über die ganze Erde verbreitet und die meisten übrigen Menschen-Species im Kampfe ums Dasein überwindet. In körperlicher, wie in geistiger Beziehung, kann sich keine andere Menschenart mit der mittelländischen messen. Sie allein hat eigentlich „Geschichte" gemacht. Sie allein hat jene Blüthe der Cultur entwickelt, welche den Menschen über die ganze übrige Natur zu erheben scheint.

Die Charactere, durch welche sich der mittelländische Mensch von den anderen Arten des Geschlechts unterscheidet, sind allbekannt: Unter den äußeren Kennzeichen tritt die helle Hautfarbe in den Vordergrund, welche jedoch alle Abstufungen von reinem Weiß oder röthlich Weiß, durch Gelb und Gelbbraun, bis zum Dunkelbraunen oder selbst Schwarzbraunen zeigt. Der Haarwuchs ist meistens stark, das Haupthaar mehr oder weniger lockig, das Barthaar stärker, als bei allen übrigen Arten (Taf. XIV, Fig. 24). Die Schädelform zeigt einen großen Breitengrad der Entwickelung; überwiegend sind im Ganzen wohl die Mittelköpfe; aber auch Langköpfe und Kurzköpfe sind weit verbreitet. Der Körperbau im Ganzen erreicht nur bei dieser einzigen Menschenart jenes Ebenmaß aller Theile, und jene gleichmäßige Entwickelung, welche wir als den Typus vollendeter menschlicher Schönheit bezeichnen. Die Sprachen aller Rassen dieser Species lassen sich keineswegs auf eine einzige gemeinsame Ursprache zurückführen; vielmehr sind mindestens vier solcher, von Grund aus verschiedener Ursprachen anzunehmen. Dem entsprechend muß man auch vier verschiedene, nur unten an der Wurzel zusammenhängende Rassen innerhalb dieser einen Species annehmen. Zwei von diesen Rassen, die Basken und Kaukasier, existiren nur noch in geringen Ueberbleibseln. Die Basken, welche früher ganz Spanien und Südfrankreich bevölkerten, leben jetzt nur noch in einem schmalen Striche an der nördlichen Küste Spaniens, im Grunde der Bucht von Biscaya. Die Reste der kaukasischen Rasse (die Dagheſtaner, Tscherkessen, Mingrelier und Georgier) sind jetzt auf das Gebirgsland des Kaukasus zurückgedrängt. Sowohl die Sprache der Kaukasier als der Basken ist durchaus eigenthümlich, und läßt sich weder auf die semitische noch auf die indogermanische Ursprache zurückführen.

Auch die Sprachen der beiden Hauptrassen der mediterranen Species, die semitische und indogermanische, lassen sich nicht auf einen gemeinsamen Stamm zurückführen, und es müssen daher diese beiden Rassen schon sehr frühzeitig sich von einander getrennt haben. Semiden und Indogermanen stammen von verschiedenen Affenmenschen ab.

Die semitische Rasse spaltete sich ebenfalls schon sehr früh in zwei divergirende Zweige, den egyptischen und den arabischen Zweig. Der egyptische oder afrikanische Zweig, die Dysssemiten, welche wohl auch als Hamiten gänzlich von den Semiten getrennt werden, umfaßt die alte Bevölkerung Egyptens, ferner die große Gruppe der Berber, welche ganz Nordafrika inne haben und früher auch die canarischen Inseln bewohnten, und endlich die Gruppe der Aethiopier (Bedscha, Galla, Danakil, Somali und andere Völker, welche das ganze nordöstliche Küstenland von Afrika bis zum Aequator hinab inne haben). Der arabische oder asiatische Zweig dagegen, die Eusemiten, auch wohl Semiten im engeren Sinne genannt, umfaßt die Bewohner der großen arabischen Halbinsel, die uralte Familie der eigentlichen Araber („Urtypus des Semiten"), und sodann die höchst entwickelte Semiten-Gruppe, die Juden oder Hebräer und die Aramäer (Syrier und Chaldäer). Eine Colonie der südlichen Araber (der Himjariten), welche über die Bab-el-Mandeb-Enge setzte, hat Abessinien bevölkert (S. 624).

Die indogermanische Rasse endlich, welche alle übrigen Menschenrassen in der geistigen Entwickelung weit überflügelt hat, spaltete sich gleich der semitischen sehr früh schon in zwei divergente Zweige, den ario-romanischen und slavo-germanischen Zweig. Aus dem ersteren gingen einerseits die Arier (Indier und Iraner), anderseits die Graeoromanen (Griechen und Albanesen, Italer und Kelten) hervor. Aus dem slavo-germanischen Zweige entwickelten sich einerseits die Slaven (russische und bulgarische, cechische und baltische Stämme), anderseits die Germanen (Scandinavier und Deutsche, Niederländer und Angelsachsen). Wie sich die weitere Verzweigung der indogermanischen Rasse auf Grund der vergleichenden Sprachforschung im Einzelnen genau verfolgen läßt, hat August Schleicher in sehr anschaulicher Form genealogisch entwickelt [6]) (S. 625).

Die Gesammtzahl der menschlichen Individuen, welche gegenwärtig leben, beträgt zwischen 1300 und 1400 Millionen. Auf unserer tabellarischen Uebersicht (S. 626) sind 1350 Millionen als Mittel an-

genommen. Davon kommen nach ungefährer Schätzung, soweit solche überhaupt möglich ist, nur etwa 150 Millionen auf die wollhaarigen, dagegen 1200 Millionen auf die schlichthaarigen Menschen. Die beiden höchst entwickelten Species, Mongolen und Mittelländer, übertreffen an Individuenmasse bei weitem alle übrigen Menschenarten, indem auf jede derselben allein ungefähr 550 Millionen kommen (vgl. Friedrich Müller Ethnographie S. XXX). Natürlich wechselt das Zahlenverhältniß der zwölf Species mit jedem Jahre, und zwar nach dem von Darwin entwickelten Gesetze, daß im Kampfe ums Dasein die höher entwickelten, begünstigteren und größeren Formengruppen die bestimmte Neigung und die sichere Aussicht haben, sich immer mehr auf Kosten der niederen, zurückgebliebenen und kleineren Gruppen auszubreiten. So hat die mittelländische Species, und innerhalb derselben die indogermanische Rasse, vermöge ihrer höheren Gehirnentwickelung alle übrigen Rassen und Arten im Kampf ums Dasein überflügelt, und spannt schon jetzt das Netz ihrer Herrschaft über die ganze Erdkugel aus. Erfolgreich concurriren kann mit den Mittelländern, wenigstens in gewisser Beziehung, nur die mongolische Species. Innerhalb der Tropengegenden sind die Neger, Kaffern und Nubier, die Malayen und Dravidas durch ihre bessere Anpassungsfähigkeit an das heiße Klima, ebenso in den Polargegenden die Arktiker durch ihr kaltes Klima, vor dem Andringen der Indogermanen einigermaßen geschützt. Dagegen werden die übrigen Rassen, die ohnehin sehr zusammengeschmolzen sind, den übermächtigen Mittelländern im Kampf ums Dasein früher oder später gänzlich erliegen. Schon jetzt gehen die Amerikaner und Australier mit raschen Schritten ihrer völligen Ausrottung entgegen, und dasselbe gilt auch von den Papuas und Hottentotten.

Indem wir uns nun zu der eben so interessanten als schwierigen Frage von dem verwandtschaftlichen Zusammenhang, den Wanderungen und der Urheimath der 12 Menschenarten wenden, will ich im Voraus bemerken, daß bei dem gegenwärtigen Zustande unserer anthropologischen Kenntnisse jede Antwort auf diese Frage nur als eine provisorische Hypothese gelten kann. Es ver-

hält sich damit nicht anders, als mit jeder genealogischen Hypothese, die wir uns auf Grund des „natürlichen Systems" von dem Ursprung verwandter Thier- und Pflanzenarten machen können. Durch die nothwendige Unsicherheit dieser speciellen Descendenz-*Hypothesen* wird aber die absolute Sicherheit der generellen Descendenz-*Theorie* in keinem Falle erschüttert. Der Mensch stammt jedenfalls von Katarrhinen oder schmalnasigen Affen ab, mag man nun mit den *Polyphyleten* jede Menschenart in ihrer Urheimath aus einer besonderen Affenart entstanden sein lassen, oder mag man mit den *Monophyleten* annehmen, daß alle Menschenarten erst durch Differenzirung aus einer einzigen Species von *Urmensch* (Homo primigenius) entstanden sind.

Aus vielen und wichtigen Gründen halten wir diese letztere, monophyletische Hypothese für die richtigere, und nehmen demnach für das Menschengeschlecht *eine einzige Urheimath* an, in der dasselbe sich aus einer längst ausgestorbenen anthropoiden Affenart entwickelt hat. Von den jetzt existirenden fünf Welttheilen kann weder Australien, noch Amerika, noch Europa diese Urheimath oder das sogenannte „Paradies", die „Wiege des Menschengeschlechts" sein. Vielmehr deuten die meisten Anzeichen auf das *südliche Asien*. Außer dem südlichen Asien könnte von den gegenwärtigen Festländern nur noch Afrika in Frage kommen. Es giebt aber eine Menge von Anzeichen (besonders chorologische Thatsachen), welche darauf hindeuten, daß die Urheimath des Menschen ein jetzt unter den Spiegel des indischen Oceans versunkener Kontinent war, welcher sich im Süden des jetzigen Asiens (und wahrscheinlich mit ihm in directem Zusammenhang) einerseits östlich bis nach Hinterindien und den Sunda-Inseln, andrerseits westlich bis nach Madagascar und dem südöstlichen Afrika erstreckte. Wir haben schon früher erwähnt, daß viele Thatsachen der Thier- und Pflanzengeographie die frühere Existenz eines solchen südindischen Kontinents sehr wahrscheinlich machen (vergl. S. 321). Derselbe ist von dem Engländer *Sclater* wegen der für ihn charakteristischen Halbaffen *Lemuria* genannt worden. Wenn

wir dieſes Lemurien als Urheimath annehmen, ſo läßt ſich daraus am leichteſten die geographiſche Verbreitung der divergirenden Menſchenarten durch Wanderung erklären.

Von dem hypothetiſchen Urmenſchen (Homo primigenius), welcher ſich entweder in Lemurien oder in Südaſien (vielleicht auch im öſtlichen Afrika) während der Tertiärzeit aus anthropoiden Affen entwickelte, kennen wir noch keine foſſilen Reſte. Aber bei der außerordentlichen Aehnlichkeit, welche ſich zwiſchen den niederſten wollhaarigen Menſchen und den höchſten Menſchenaffen ſelbſt jetzt noch erhalten hat, bedarf es nur geringer Einbildungskraft, um ſich zwiſchen Beiden eine vermittelnde Zwiſchenform und in dieſer ein ungefähres Bild von dem muthmaßlichen Urmenſchen oder Affenmenſchen vorzuſtellen. Die Schädelform deſſelben wird ſehr langköpfig und ſchiefzähnig geweſen ſein, das Haar wollig, die Hautfarbe dunkel, bräunlich oder ſchwärzlich. Die Behaarung des ganzen Körpers wird dichter als bei allen jetzt lebenden Menſchenarten geweſen ſein, die Arme im Verhältniß länger und ſtärker, die Beine dagegen kürzer und dünner, mit ganz unentwickelten Waden; der Gang nur halb aufrecht, mit ſtark eingebogenen Knieen.

Eine eigentlich menſchliche Sprache, d. h. eine artikulirte Begriffsſprache, wird dieſer Affenmenſch noch nicht beſeſſen haben. Vielmehr entſtand die menſchliche Sprache, wie ſchon vorher bemerkt, erſt nachdem die Divergenz der Urmenſchenart in verſchiedene Species erfolgt war. Die Zahl der Urſprachen iſt aber noch beträchtlich größer, als die Zahl der vorher betrachteten Menſchenarten. Denn es iſt noch nicht gelungen, die vier Urſprachen der mittelländiſchen Species, das Baskiſche, Kaukaſiſche, Semitiſche und Indogermaniſche, auf eine einzige Urſprache zurückzuführen. Ebenſowenig laſſen ſich die verſchiedenen Negerſprachen von einer gemeinſamen Urſprache ableiten. Dieſe beiden Species, Mittelländer und Neger, ſind daher jedenfalls polyglottoniſch, d. h. ihre zahlreichen menſchlichen Sprachen ſind erſt entſtanden, nachdem bereits die Divergenz der ſprachloſen Stammart in mehrere Raſſen erfolgt war. Vielleicht ſind auch die Mongo-

len, Arktiker und Amerikaner polyglottoniſch. Monoglottoniſch dagegen iſt die malayiſche Menſchenart. Alle ihre polyneſiſchen und ſundaneſiſchen Dialekte und Sprachen laſſen ſich von einer gemeinſamen, längſt untergegangen Urſprache ableiten, die mit keiner andern Sprache der Welt verwandt iſt. Ebenſo monoglottoniſch ſind die übrigen Menſchenarten: Nubier, Dravidas, Auſtralier, Papuas, Hottentotten und Kaffern (vergl. S. 626).

Aus dem ſprachloſen Urmenſchen, den wir als die gemeinſame Stammart aller übrigen Species anſehen, entwickelten ſich zunächſt wahrſcheinlich durch natürliche Züchtung verſchiedene uns unbekannte, jetzt längſt ausgeſtorbene Menſchenarten, die noch auf der Stufe des ſprachloſen Affenmenſchen (Alalus oder Pithecantropus) ſtehen blieben. Zwei von dieſen Species, eine wollhaarige und eine ſchlichthaarige Art, welche am ſtärkſten divergirten und daher im Kampfe ums Daſein über die anderen den Sieg davon trugen, wurden die Stammformen der übrigen Menſchenarten.

Der Hauptzweig der wollhaarigen Menſchen (Ulotriches) breitete ſich zunächſt bloß auf der ſüdlichen Erdhälfte aus, und wanderte hier theils nach Oſten, theils nach Weſten. Ueberreſte des öſtlichen Zweiges ſind die Papuas in Neuguinea und Melaneſien, welche früher viel weiter weſtlich (in Hinterindien und Sundaneſien) verbreitet waren, und erſt ſpäter durch die Malayen nach Oſten gedrängt wurden. Wenig veränderte Ueberreſte des weſtlichen Zweiges ſind die Hottentotten, welche in ihre jetzige Heimath von Nordoſten aus eingewandert ſind. Vielleicht während dieſer Wanderung zweigten ſich von ihnen die beiden nahe verwandten Species der Kaffern und Neger ab, die aber vielleicht auch einem beſonderen Zweige von Affenmenſchen ihren Urſprung verdanken.

Der zweite und entwickelungsfähigere Hauptzweig der Urmenſchen-Art, die ſchlichthaarigen Menſchen (Lissotriches), haben uns vielleicht einen wenig veränderten, nach Südoſten geflüchteten Reſt ihrer gemeinſamen Stammform in den affenartigen Auſtraliern hinterlaſſen. Dieſen letzteren ſehr nahe ſtanden vielleicht die

südasiatischen Urmalayen oder Promalayen, mit welchem Namen wir vorher die ausgestorbene, hypothetische Stammform der übrigen sechs Menschenarten bezeichnet haben. Aus dieser unbekannten gemeinsamen Stammform scheinen sich als drei divergirende Zweige die eigentlichen Malayen, die Mongolen und die Euplokamen entwickelt zu haben. Die ersten breiteten sich nach Osten, die zweiten nach Norden, die dritten nach Westen hin aus.

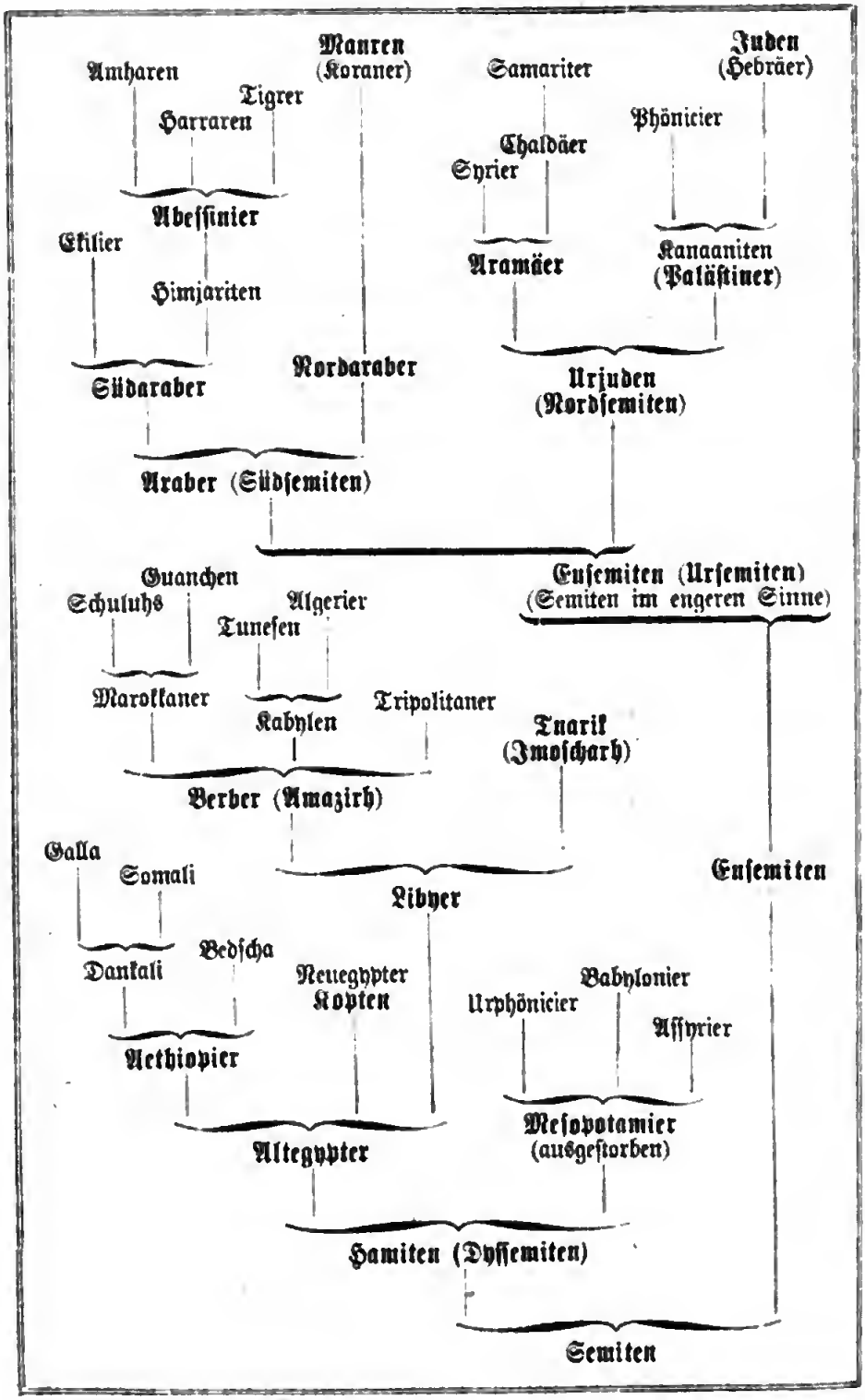
Die Urheimath oder der „Schöpfungsmittelpunkt" der Malayen ist im südöstlichen Theile des asiatischen Festlandes zu suchen oder vielleicht in dem ausgedehnteren Continent, der früher bestand, als noch Hinterindien mit dem Sunda-Archipel und dem östlichen Lemurien unmittelbar zusammenhing. Von da aus breiteten sich die Malayen nach Südosten über den Sunda-Archipel bis Buro hin aus, streiften dann, die Papuas vor sich hertreibend, nach Osten zu den Samoa- und Tonga-Inseln hin, und zerstreuten sich endlich von hier aus nach und nach über die ganze Inselwelt des südlichen pacifischen Oceans, bis nach den Sandwich-Inseln im Norden, den Mangareven im Osten und Neuseeland im Süden. Ein einzelner Zweig des malayischen Stammes wurde weit nach Westen verschlagen und bevölkerte Madagaskar.

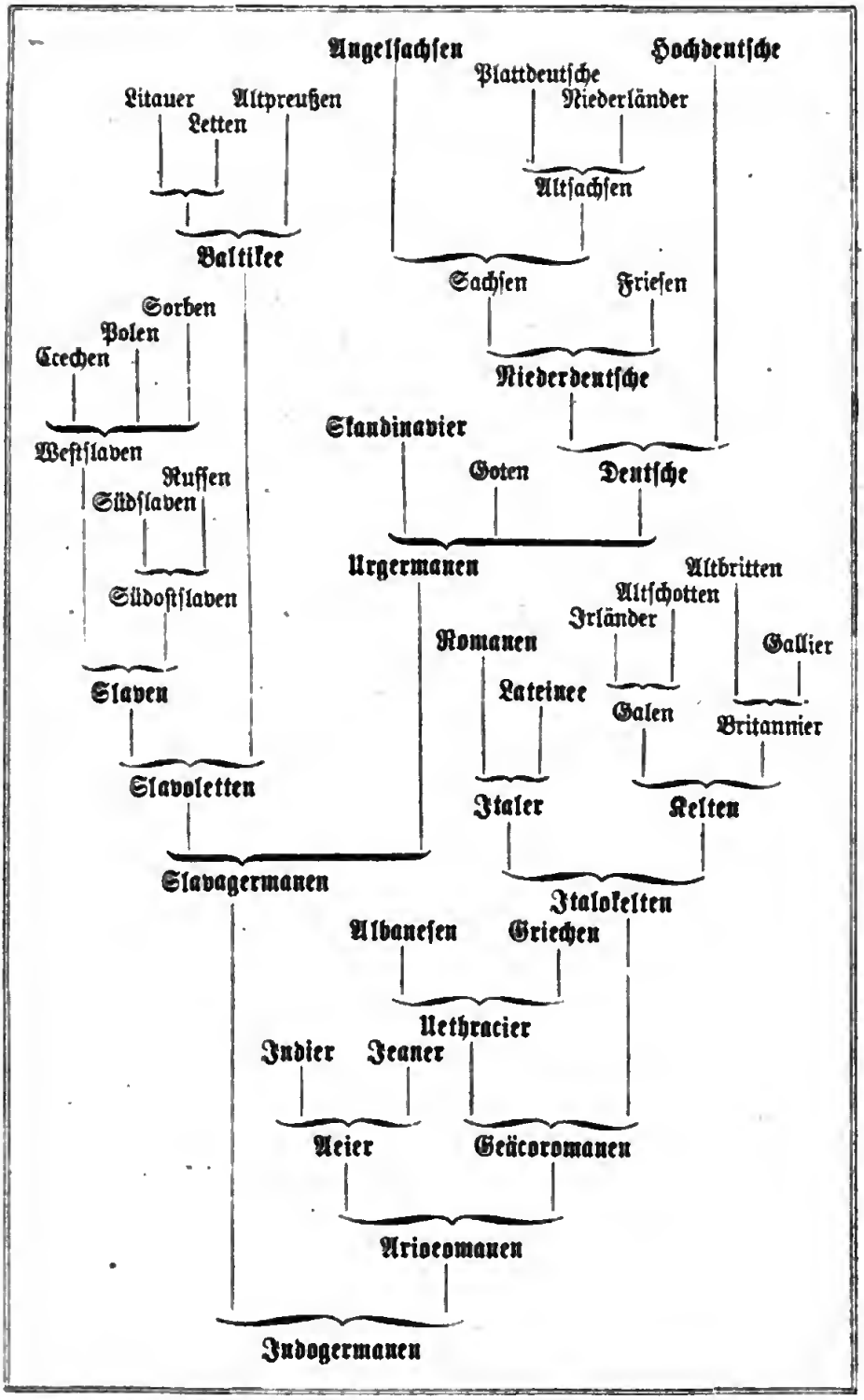
Der zweite Hauptzweig der Urmalayen, die Mongolen, breiteten sich zunächst ebenfalls in Südasien aus und bevölkerten allmählig, von da aus nach Osten, Norden und Nordwesten ausstrahlend, den größten Theil des asiatischen Festlandes. Von den vier Hauptrassen der mongolischen Species sind wahrscheinlich die Indochinesen als die Stammgruppe zu betrachten, aus der sich erst als divergirende Zweige die übrigen Rassen, Coreo-Japaner und Ural-Altajer später entwickelten. Aus dem Westen Asiens wanderten die Mongolen vielfach nach Europa hinüber, wo noch jetzt die Finnen und Lappen im nördlichen Rußland und Skandinavien, die nahe verwandten Magyaren in Ungarn und die Osmanen in der Türkei die mongolische Species vertreten.

Andrerseits wanderte aus dem nordöstlichen Asien, welches vor-

mals vermuthlich durch eine breite Landbrücke mit Nordamerika zusammenhing, ein Zweig der Mongolen in diesen Erdtheil hinüber. Als ein Ast dieses Zweiges, welcher durch Anpassung an die ungünstigen Existenzbedingungen des Polarklimas eigenthümlich rückgebildet wurde, sind die Arktiker oder Polarmenschen zu betrachten, die Hyperboräer im nordöstlichen Asien, die Eskimos im nördlichsten Amerika. Die Hauptmasse der mongolischen Einwanderer aber wanderte nach Süden, und breitete sich allmählig über ganz Amerika aus, zunächst über das nördliche, später über das südliche Amerika.

Der dritte und wichtigste Hauptzweig der Urmalayen, die Lockenvölker oder Euplokamen, haben uns vielleicht in den heutigen Dravidas (in Vorderindien und Ceylon) diejenige Menschenart hinterlassen, die sich am wenigsten von der gemeinsamen Stammform der Euplokamen entfernt hat. Die Hauptmasse der letzteren, die mittelländische Species, wanderte von ihrer Urheimath (Hindostan?) aus nach Westen und bevölkerte die Küstenländer des Mittelmeeres, das südwestliche Asien, Nordafrika und Europa. Als eine Abzweigung der semitischen Urvölker im nordöstlichen Afrika sind möglicherweise die Nubier zu betrachten, welche weit durch Mittelafrika hindurch bis fast zu dessen Westküste hinüberwanderten. Die divergirenden Zweige der indogermanischen Rasse haben sich am weitesten von der gemeinsamen Stammform des Affenmenschen entfernt. Von den beiden Hauptzweigen dieser Rasse hat im classischen Alterthum und im Mittelalter der romanische Zweig (die graeco-italo-keltische Gruppe), in der Gegenwart aber der germanische Zweig im Wettlaufe der Culturentwickelung die anderen Zweige überflügelt. Obenan stehen die Engländer und die Deutschen, welche vorzugsweise gegenwärtig in der Erkenntniß und dem Ausbau der Descendenztheorie das Fundament für eine neue Periode der höheren geistigen Entwickelung legen. Die Empfänglichkeit für die Entwickelungstheorie und für die darauf gegründete monistische Philosophie bildet den besten Maßstab für den geistigen Entwickelungsgrad des Menschen.


Mauren
(Koraner)
Juden
(Hebräer)
Amharen
Tigrer
Harraren
Samariter
Phönicier
Chaldäer
Syrier
Abeſſinier
Ekilier
Himjariten
Aramäer
Kanaaniten
(Paläſtiner)
Südaraber
Nordaraber
Urjuden
(Nordſemiten)
Araber (Südſemiten)
Euſemiten (Urſemiten)
(Semiten im engeren Sinne)
Guanchen
Schuluhs
Algerier
Tuneſen
Marokkaner
Kabylen
Tripolitaner
Tuarik
(Imoſcharh)
Berber (Amazirh)
Galla
Somali
Libyer
Euſemiten
Bedſcha
Dankali
Neuegypter
Kopten
Babylonier
Urphönicier
Aſſyrier
Aethiopier
Meſopotamier
(ausgeſtorben)
Altegypter
Hamiten (Dyſſemiten)
Semiten


Angelsachsen
Hochdeutsche
Plattdeutsche
Litauer
Altpreußen
Niederländer
Letten
Altsachsen
Baltikee
Sachsen
Friesen
Sorben
Polen
Cechen
Niederdeutsche
Skandinavier
Westslaven
Goten
Deutsche
Russen
Südslaven
Urgermanen
Altbritten
Altschotten
Südostslaven
Irländer
Romanen
Gallier
Lateinee
Slaven
Galen
Britannier
Slavoletten
Italer
Kelten
Slavagermanen
Italokelten
Albanesen
Griechen
Uethracier
Indier
Iraner
Aeier
Geücoromanen
Arioeomanen
Indogermanen

Syſtematiſche Ueberſicht der 12 Menſchen-Species.

N.B. Die Columne A giebt die ungefähre Bevölkerungszahl in Millionen an, die Columne B deutet das phyletiſche Entwickelungsſtadium der Species an, und zwar bedeutet: Pr = Fortſchreitende Ausbreitung. Co = Ungefähres Gleichbleiben. Re = Rückbildung und Ausſterben. Die Columne C giebt das Verhältniß der Urſprache an; Mn (Monoglottoniſch) bedeutet eine einfache Urſprache; Pl (Polyglottoniſch) eine mehrfache Urſprache der Species.

Tribus	Menſchen-Species	A	B	C	Heimath
Büſchelhaarige **Lophocomi** (ca. 2 Millionen)	1. **Papua** Taf. XIV, Fig. 13	2	Re	Mn	Neuguinea und Melaneſien, Philippinen, Malakka
	2. **Hottentotte** Taf. XIV, Fig. 14	$\frac{1}{10}$	Re	Mn	Südlichſtes Afrika (Capland)
Vließhaarige **Eriocomi** (ca. 150 Millionen)	3. **Kaffer** Taf. XIV, Fig. 15	20	Pr	Mn	Südafrika (zwiſchen 30° S. Br. und 5° N. Br.
	4. **Neger** Taf. XIV, Fig. 16	130	Pr	Pl	Mittelafrika (zwiſchen dem Aequator und 30° N. Br.
Straffhaarige **Euthycomi** (gegen 600 Millionen)	5. **Auſtralier** Taf. XIV, Fig. 17	$\frac{1}{15}$	Re	Mn	Auſtralien
	6. **Malaye** Taf. XIV, Fig. 18	30	Co	Mn	Malakka, Sundaneſien, Polyneſien u. Madagascar
	7. **Mongole** Taf. XIV, Fig. 19	550	Pr	Mn?	Aſien zum größten Theile, und nördliches Europa
	8. **Arktiker** Taf. XIV, Fig. 20	$\frac{1}{15}$	Co	Pl?	Nordöſtlichſtes Aſien und nördlichſtes Amerika
	9. **Amerikaner** Taf. XIV, Fig. 21	12	Re	Mn?	Ganz Amerika mit Ausnahme des nördlichſten Theiles
Lockenhaarige **Euplocami** (gegen 600 Millionen)	10. **Dravida** Taf. XIV, Fig. 22	34	Co	Mn	Südaſien (Vorderindien und Ceylon)
	11. **Nubier** Taf. XIV, Fig. 23	10	Co	Mn?	Mittelafrika (Nubien und Fulaland)
	12. **Mittelländer** Taf. XIV, Fig. 24	550	Pr	Pl	In allen Welttheilen, von Südaſien aus zunächſt nach Nordafrika und Südeuropa gewandert
	13. Baſtarde der Arten	11	Pr	Pl	In allen Welttheilen, vorwiegend jedoch in Amerika und Aſien.
	Summa	1350			

Vierundzwanzigster Vortrag.

Einwände gegen und Beweiſe für die Wahrheit der Deſcendenztheorie.

Einwände gegen die Abſtammungslehre. Einwände des Glaubens und der Vernunft. Unermeßliche Länge der geologiſchen Zeiträume. Uebergangsformen zwiſchen den verwandten Species. Abhängigkeit der Formbeſtändigkeit von der Vererbung, und des Formwechſels von der Anpaſſung. Entſtehung ſehr zuſammengeſetzter Organiſationseinrichtungen. Stufenweiſe Entwickelung der Inſtinkte und Seelenthätigkeiten. Entſtehung der aprioriſchen Erkenntniſſe aus apoſterioriſchen. Erforderniſſe für das richtige Verſtändniß der Abſtammungslehre. Nothwendige Wechſelwirkung der Empirie und Philoſophie. Beweiſe für die Deſcendenztheorie. Innerer urſächlicher Zuſammenhang aller biologiſchen Erſcheinungsreihen. Der directe Beweis der Selectionstheorie. Verhältniß der Deſcendenztheorie zur Anthropologie. Beweiſe für den thieriſchen Urſprung des Menſchen. Die Pithekoidentheorie als untrennbarer Beſtandtheil der Deſcendenztheorie. Induction und Deduction. Stufenweiſe Entwickelung des menſchlichen Geiſtes. Körper und Geiſt. Menſchenſeele und Thierſeele. Blick in die Zukunft.

Meine Herren! Wenn ich einerſeits vielleicht hoffen darf, Ihnen durch dieſe Vorträge die Abſtammungslehre mehr oder weniger wahrſcheinlich gemacht, und einige von Ihnen ſelbſt von ihrer unerſchütterlichen Wahrheit überzeugt zu haben, ſo verhehle ich mir andrerſeits keineswegs, daß die Meiſten von Ihnen im Laufe meiner Erörterungen eine Maſſe von mehr oder weniger begründeten Einwürfen gegen dieſelbe erhoben haben werden. Es erſcheint mir daher jetzt, am Schluſſe unſerer Betrachtungen, durchaus nothwendig, wenigſtens

die wichtigsten derselben zu widerlegen, und zugleich auf der anderen Seite die überzeugenden Beweisgründe nochmals hervorzuheben, welche für die Wahrheit der Entwickelungslehre Zeugniß ablegen.

Die Einwürfe, welche man gegen die Abstammungslehre überhaupt erhebt, zerfallen in zwei große Gruppen, Einwände des Glaubens und Einwände der Vernunft. Mit den Einwendungen der ersten Gruppe, die in den unendlich mannichfaltigen Glaubensvorstellungen der menschlichen Individuen ihren Ursprung haben, brauche ich mich hier durchaus nicht zu befassen. Denn, wie ich bereits im Anfang dieser Vorträge bemerkte, hat die Wissenschaft, als das objective Ergebniß der sinnlichen Erfahrung und des Erkenntnißstrebens der menschlichen Vernunft, gar Nichts mit den subjectiven Vorstellungen des Glaubens zu thun, welche von einzelnen Menschen als unmittelbare Eingebungen oder Offenbarungen des Schöpfers gepredigt, und dann von der unselbstständigen Menge geglaubt werden. Dieser bei den verschiedenen Völkern höchst verschiedenartige Glaube fängt bekanntlich erst da an, wo die Wissenschaft aufhört. Die Naturwissenschaft betrachtet denselben nach dem Grundsatz Friedrich's des Großen, „daß jeder auf seine Façon selig werden kann", und nur da tritt sie nothwendig in Konflikt mit besonderen Glaubensvorstellungen, wo dieselben der freien Forschung eine Grenze, und der menschlichen Erkenntniß ein Ziel setzen wollen, über welches dieselbe nicht hinaus dürfe. Das ist nun allerdings gewiß hier im stärksten Maße der Fall, da die Entwickelungslehre sich zur Aufgabe das höchste wissenschaftliche Problem gesetzt hat, das wir uns setzen können: das Problem der Schöpfung, des Werdens der Dinge, und insbesondere des Werdens der organischen Formen, an ihrer Spitze des Menschen. Hier ist es nun jedenfalls eben so das gute Recht, wie die heilige Pflicht der freien Forschung, keinerlei menschliche Autorität zu scheuen, und muthig den Schleier vom Bilde des Schöpfers zu lüften, unbekümmert, welche natürliche Wahrheit darunter verborgen sein mag. Die göttliche Offenbarung, welche wir als die einzig wahre anerkennen, steht überall in der Natur geschrieben, und jedem Menschen mit gesunden

Sinnen und geſunder Vernunft ſteht es frei, in dieſem heiligen Tempel der Natur durch eigenes Forſchen und ſelbſtſtändiges Erkennen der untrüglichen Offenbarung theilhaftig zu werden.

Wenn wir demgemäß hier alle Einwürfe gegen die Abſtammungslehre unberückſichtigt laſſen können, die etwa von den Prieſtern der verſchiedenen Glaubensreligionen erhoben werden könnten, ſo werden wir dagegen nicht umhin können, die wichtigſten von denjenigen Einwänden zu widerlegen, welche mehr oder weniger wiſſenſchaftlich begründet erſcheinen, und von denen man zugeſtehen muß, daß man durch ſie auf den erſten Blick in gewiſſem Grade eingenommen und von der Annahme der Abſtammungslehre zurückgeſchreckt werden kann. Unter dieſen Einwänden erſcheint Vielen als der wichtigſte derjenige, welcher die Zeitlänge betrifft. Wir ſind nicht gewohnt, mit ſo ungeheuren Zeitmaaßen umzugehen, wie ſie für die Schöpfungsgeſchichte erforderlich ſind. Es wurde früher bereits erwähnt, daß wir die Zeiträume, in welchen die Arten durch allmähliche Umbildung entſtanden ſind, nicht nach einzelnen Jahrtauſenden berechnen müſſen, ſondern nach Hunderten und nach Millionen von Jahrtauſenden. Allein ſchon die Dicke der geſchichteten Erdrinde, die Erwägung der ungeheuern Zeiträume, welche zu ihrer Ablagerung aus dem Waſſer erforderlich waren, und der zwiſchen dieſen Senkungszeiträumen verfloſſenen Hebungszeiträume beweiſen uns eine Zeitdauer der organiſchen Erdgeſchichte, welche unſer menſchliches Faſſungsvermögen gänzlich überſteigt. Wir ſind hier in derſelben Lage, wie in der Aſtronomie betreffs des unendlichen Raums. Wie wir die Entfernungen der verſchiedenen Planetenſyſteme nicht nach Meilen, ſondern nach Siriusweiten berechnen, von denen jede wieder Millionen Meilen einſchließt, ſo müſſen wir in der organiſchen Erdgeſchichte nicht nach Jahrtauſenden, ſondern nach paläontologiſchen oder geologiſchen Perioden rechnen, von denen jede viele Jahrtauſende, und manche vielleicht Millionen oder ſelbſt Milliarden von Jahrtauſenden umfaßt. Es iſt ſehr gleichgültig, wie hoch man annähernd die unermeßliche Länge dieſer Zeiträume ſchätzen mag, weil wir in der That nicht im Stande

ſind, mittelſt unſerer beſchränkten Einbildungskraft uns eine wirkliche Anſchauung von dieſen Zeiträumen zu bilden, und weil wir auch keine ſichere mathematiſche Baſis, wie in der Aſtronomie beſitzen, um nur die ungefähre Länge des Maaßſtabes irgendwie in Zahlen feſtzuſtellen. Nur dagegen müſſen wir uns auf das beſtimmteſte verwahren, daß wir in dieſer außerordentlichen, unſere Vorſtellungskraft vollſtändig überſteigenden Länge der Zeiträume irgend einen Grund gegen die Entwickelungslehre ſehen könnten. Wie ich Ihnen bereits in einem früheren Vortrage auseinanderſetzte, iſt es im Gegentheil vom Standpunkte der ſtrengſten Philoſophie das Gerathenſte, dieſe Schöpfungsperioden möglichſt lang vorauszuſetzen, und wir laufen um ſo weniger Gefahr, uns in dieſer Beziehung in unwahrſcheinliche Hypotheſen zu verlieren, je größer wir die Zeiträume für die organiſchen Entwickelungsvorgänge annehmen. Je länger wir z. B. die Permiſche Periode annehmen, deſto eher können wir begreifen, wie innerhalb derſelben die wichtigen Umbildungen erfolgten, welche die Fauna und Flora der Steinkohlenzeit ſo ſcharf von derjenigen der Triaszeit trennen. Die große Abneigung, welche die meiſten Menſchen gegen die Annahme ſo unermeßlicher Zeiträume haben, rührt größtentheils davon her, daß wir in der Jugend mit der Vorſtellung groß gezogen werden, die ganze Erde ſei nur einige tauſend Jahre alt. Außerdem iſt das Menſchenleben, welches höchſtens den Werth eines Jahrhunderts erreicht, eine außerordentlich kurze Zeitſpanne, welche ſich am wenigſten eignet, als Maaßeinheit für jene geologiſchen Perioden zu gelten. Denken Sie nur im Vergleiche damit an die fünfzig mal längere Lebensdauer mancher Bäume, z. B. der Drachenbäume (Dracaena) und Affenbrodbäume (Adansonia), deren individuelles Leben einen Zeitraum von fünftauſend Jahren überſteigt; und denken Sie andrerſeits an die Kürze des individuellen Lebens bei manchen niederen Thieren, z. B. bei den Infuſorien, wo das Individuum als ſolches nur wenige Tage, oder ſelbſt nur wenige Stunden lebt. Dieſe Vergleichung ſtellt uns die Relativität alles Zeitmaaßes auf das Unmittelbarſte vor Augen. Ganz gewiß müſſen, wenn die Entwicke-

lungslehre überhaupt wahr ist, ungeheuere, uns gar nicht vorstellbare Zeiträume verflossen sein, während die stufenweise historische Entwickelung des Thier- und Pflanzenreichs durch allmähliche Umbildung der Arten vor sich ging. Es liegt aber auch nicht ein einziger Grund vor, irgend eine bestimmte Grenze für die Länge jener phyletischen Entwickelungsperioden anzunehmen.

Ein zweiter Haupteinwand, der von vielen, namentlich systematischen Zoologen und Botanikern, gegen die Abstammungslehre erhoben wird, ist der, daß man keine Uebergangsformen zwischen den verschiedenen Arten finden könne, während man diese doch nach der Abstammungslehre in Menge finden müßte. Dieser Einwurf ist zum Theil begründet, zum Theil aber auch nicht. Denn es existiren Uebergangsformen sowohl zwischen lebenden, als auch zwischen ausgestorbenen Arten in außerordentlicher Menge, überall nämlich da, wo wir Gelegenheit haben, sehr zahlreiche Individuen von verwandten Arten vergleichend in's Auge zu fassen. Grade diejenigen sorgfältigsten Untersucher der einzelnen Species, von denen man jenen Einwurf häufig hört, grade diese finden wir in ihren speciellen Untersuchungsreihen beständig durch die in der That unlösbare Schwierigkeit aufgehalten, die einzelnen Arten scharf zu unterscheiden. In allen systematischen Werken, welche einigermaßen gründlich sind, begegnen Sie endlosen Klagen darüber, daß man hier und dort die Arten nicht unterscheiden könne, weil zu viele Uebergangsformen vorhanden seien. Daher bestimmt auch jeder Naturforscher den Umfang und die Zahl der einzelnen Arten anders, als die übrigen. Wie ich schon früher erwähnte (S. 246), nehmen in einer und derselben Organismengruppe die einen Zoologen und Botaniker 10 Arten an, andere 20, andere hundert oder mehr, während noch andere Systematiker alle diese verschiedenen Formen nur als Spielarten oder Varietäten einer einzigen „guten Species" betrachten. Man braucht daher bei den meisten Formengruppen wahrlich nicht lange zu suchen, um die von Vielen vermißten Uebergangsformen und Zwischenstufen zwischen den einzelnen Species in Hülle und Fülle zu finden.

Bei vielen Arten fehlen freilich die Uebergangsformen wirklich. Dies erklärt sich indessen ganz einfach durch das Princip der Divergenz oder Sonderung, dessen Bedeutung ich Ihnen früher erläutert habe. Der Umstand, daß der Kampf um das Dasein um so heftiger zwischen zwei verwandten Formen ist, je näher sie sich stehen, muß nothwendig das baldige Erlöschen der verbindenden Zwischenformen zwischen zwei divergenten Arten begünstigen. Wenn eine und dieselbe Species nach verschiedenen Richtungen auseinandergehende Varietäten hervorbringt, die sich zu neuen Arten gestalten, so muß der Kampf zwischen diesen neuen Formen und der gemeinsamen Stammform um so lebhafter sein, je weniger sie sich von einander entfernen, dagegen um so weniger gefährlich, je stärker die Divergenz ist. Naturgemäß werden also die verbindenden Zwischenformen vorzugsweise und meistens sehr schnell aussterben, während die am meisten divergenten Formen als getrennte „neue Arten" übrig bleiben und sich fortpflanzen. Dem entsprechend finden wir auch keine Uebergangsformen mehr in solchen Gruppen, welche ganz im Aussterben begriffen sind, wie z. B. unter den Vögeln die Strauße, unter den Säugethieren die Elephanten, Giraffen, Halbaffen, Zahnarmen und Schnabelthiere. Diese im Erlöschen begriffenen Formgruppen erzeugen keine neue Varietäten mehr, und naturgemäß sind hier die Arten sogenannte „gute", d. h. scharf von einander geschiedene Species. In denjenigen Thiergruppen dagegen, wo noch die Entfaltung und der Fortschritt sich geltend macht, wo die existirenden Arten durch Bildung neuer Varietäten in viele neue Arten auseinandergehen, finden wir überall massenhaft Uebergangsformen vor, welche der Systematik die größten Schwierigkeiten bereiten. Das ist z. B. unter den Vögeln bei den Finken der Fall, unter den Säugethieren bei den meisten Nagethieren (besonders den mäuse- und rattenartigen), bei einer Anzahl von Wiederkäuern und von echten Affen, insbesondere bei den südamerikanischen Rollaffen (Cebus) und vielen Anderen. Die fortwährende Entfaltung der Species durch Bildung neuer Varietäten erzeugt hier eine Masse von Zwischenformen, welche die sogenannten guten

Arten verbinden und ihre scharfe specifische Unterscheidung ganz illusorisch machen.

Daß dennoch keine vollständige Verwirrung der Formen, kein allgemeines Chaos in der Bildung der Thier- und Pflanzengestalten entsteht, hat einfach seinen Grund in dem Gegengewicht, welches der Entstehung neuer Formen durch fortschreitende *Anpassung* gegenüber die *erhaltende* Macht der *Vererbung* ausübt. Der Grad von Beharrlichkeit und Veränderlichkeit, den jede organische Form zeigt, ist lediglich bedingt durch den jeweiligen Zustand des Gleichgewichts zwischen diesen beiden sich entgegenstehenden Functionen. *Die Vererbung ist die Ursache der Beständigkeit der Species; die Anpassung ist die Ursache der Abänderung der Art.* Wenn also einige Naturforscher sagen, offenbar müßte nach der Abstammungslehre eine noch viel größere Mannichfaltigkeit der Formen stattfinden, und andere umgekehrt, es müßte eine viel strengere Gleichheit der Formen sich zeigen, so unterschätzen die ersteren das Gewicht der Vererbung und die letzteren das Gewicht der Anpassung. *Der Grad der Wechselwirkung zwischen der Vererbung und Anpassung bestimmt den Grad der Beständigkeit und Veränderlichkeit der organischen Species*, den dieselbe in jedem gegebenen Zeitabschnitt besitzt.

Ein weiterer Einwand gegen die Descendenztheorie, welcher in den Augen vieler Naturforscher und Philosophen ein großes Gewicht besitzt, besteht darin, daß dieselbe die *Entstehung zweckmäßig wirkender Organe durch zwecklos oder mechanisch wirkende Ursachen* behauptet. Dieser Einwurf erscheint namentlich von Bedeutung bei Betrachtung derjenigen Organe, welche offenbar für einen ganz bestimmten Zweck so vortrefflich angepaßt erscheinen, daß die scharfsinnigsten Mechaniker nicht im Stande sein würden, ein vollkommneres Organ für diesen Zweck zu erfinden. Solche Organe sind vor allen die höheren Sinnesorgane der Thiere, Auge und Ohr. Wenn man bloß die Augen und Gehörwerkzeuge der höheren Thiere kennte, so würden dieselben uns in der That große und vielleicht un-

überſteigliche Schwierigkeiten verurſachen. Wie könnte man ſich erklären, daß allein durch die natürliche Züchtung jener außerordentlich hohe und höchſt bewundernswürdige Grad der Vollkommenheit und der Zweckmäßigkeit in jeder Beziehung erreicht wird, welchen wir bei den Augen und Ohren der höheren Thiere wahrnehmen? Zum Glück hilft uns aber hier die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeſchichte über alle Hinderniſſe hinweg. Denn wenn wir die ſtufenweiſe Vervollkommnung der Augen und Ohren Schritt für Schritt im Thierreich verfolgen, ſo finden wir eine ſolche allmähliche Stufenleiter der Ausbildung vor, daß wir auf das ſchönſte die Entwickelung der höchſt verwickelten Organe durch alle Grade der Vollkommenheit hindurch verfolgen können. So erſcheint z. B. das Auge bei den niederſten Thieren als ein einfacher Farbſtofffleck, der noch kein Bild von äußeren Gegenſtänden entwerfen, ſondern höchſtens den Unterſchied der verſchiedenen Lichtſtrahlen wahrnehmen kann. Dann tritt zu dieſem ein empfindender Nerv hinzu. Später entwickelt ſich allmählich innerhalb jenes Pigmentflecks die erſte Anlage der Linſe, ein lichtbrechender Körper, der ſchon im Stande iſt, die Lichtſtrahlen zu concentriren und ein beſtimmtes Bild zu entwerfen. Aber es fehlen noch alle die zuſammengeſetzten Apparate für Akkommodation und Bewegung des Auges, die verſchieden lichtbrechenden Medien, die hoch differenzirte Sehnervenhaut u. ſ. w., welche bei den höheren Thieren dieſes Werkzeug ſo vollkommen geſtalten. Von jenem einfachſten Organ bis zu dieſem höchſt vollkommenen Apparat zeigt uns die vergleichende Anatomie in ununterbrochener Stufenleiter alle möglichen Uebergänge, ſo daß wir uns die ſtufenweiſe, allmähliche Bildung auch eines ſolchen höchſt complicirten Organes wohl anſchaulich machen können. Ebenſo wie wir im Laufe der individuellen Entwickelung einen gleichen ſtufenweiſen Fortſchritt in der Ausbildung des Organs unmittelbar verfolgen können, ebenſo muß derſelbe auch in der geſchichtlichen (phyletiſchen) Entſtehung des Organs ſtattgefunden haben.

Bei Betrachtung ſolcher höchſt vollkommenen Organe, die ſcheinbar von einem künſtleriſchen Schöpfer für ihre beſtimmte Thätigkeit

zweckmäßig erfunden und conſtruirt, in der That aber durch die zweckloſe Thätigkeit der natürlichen Züchtung mechaniſch entſtanden ſind, empfinden viele Menſchen ähnliche Schwierigkeiten des naturgemäßen Verſtändniſſes, wie die rohen Naturvölker gegenüber den verwickelten Erzeugniſſen unſerer neueſten Maſchinenkunſt. Die Wilden, welche zum erſtenmal ein Linienſchiff oder eine Locomotive ſehen, halten dieſe Gegenſtände für die Erzeugniſſe übernatürlicher Weſen, und können nicht begreifen, daß der Menſch, ein Organismus ihres Gleichen, eine ſolche Maſchine hervorgebracht habe. Auch die ungebildeten Menſchen unſerer eigenen Raſſe ſind nicht im Stande, einen ſo verwickelten Apparat in ſeiner eigentlichen Wirkſamkeit zu begreifen, und die rein mechaniſche Natur deſſelben zu verſtehen. Die meiſten Naturforſcher verhalten ſich aber, wie Darwin ſehr richtig bemerkt, gegenüber den Formen der Organismen nicht anders, als jene Wilden dem Linienſchiff oder der Locomotive gegenüber. Das naturgemäße Verſtändniß von der rein mechaniſchen Entſtehung der organiſchen Formen kann hier nur durch eine gründliche allgemeine biologiſche Bildung, und durch die ſpecielle Bekanntſchaft mit der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeſchichte gewonnen werden.

Unter den übrigen gegen die Abſtammungslehre erhobenen Einwürfen will ich hier endlich noch einen hervorheben und widerlegen, der namentlich in den Augen vieler Laien ein großes Gewicht beſitzt: Wie ſoll man ſich aus der Deſcendenztheorie die Geiſtesthätigkeiten der Thiere und namentlich die ſpecifiſchen Aeußerungen derſelben, die ſogenannten Inſtinkte entſtanden denken? Dieſen ſchwierigen Gegenſtand hat Darwin in einem beſonderen Capitel ſeines Werkes (im ſiebenten) ſo ausführlich behandelt, daß ich Sie hier darauf verweiſen kann. Wir müſſen die Inſtinkte weſentlich als Gewohnheiten der Seele auffaſſen, welche durch Anpaſſung erworben und durch Vererbung auf viele Generationen übertragen und befeſtigt worden ſind. Die Inſtinkte verhalten ſich demgemäß ganz wie andere Gewohnheiten, welche nach den Geſetzen der gehäuften Anpaſſung

(S. 209) und der befestigten Vererbung (S. 194) zur Entstehung neuer Functionen und somit auch neuer Formen ihrer Organe führen. Hier wie überall geht die Wechselwirkung zwischen Function und Organ Hand in Hand. Ebenso wie die Geistesfähigkeiten des Menschen stufenweise durch fortschreitende Anpassung des Gehirns erworben und durch dauernde Vererbung befestigt wurden, so sind auch die Instinkte der Thiere, welche nur quantitativ, nicht qualitativ von jenen verschieden sind, durch stufenweise Vervollkommnung ihres Seelenorgans, des Centralnervensystems, durch Wechselwirkung der Anpassung und Vererbung, entstanden. Die Instinkte werden bekanntermaßen vererbt; allein auch die Erfahrungen, also neue Anpassungen der Thierseele, werden vererbt; und die Abrichtung der Hausthiere zu verschiedenen Seelenthätigkeiten, welche die wilden Thiere nicht im Stande sind auszuführen, beruht auf der Möglichkeit der Seelenanpassung. Wir kennen jetzt schon eine Reihe von Beispielen, in denen solche Anpassungen, nachdem sie erblich durch eine Reihe von Generationen sich übertragen hatten, schließlich als angeborene Instinkte erschienen, und doch waren sie von den Voreltern der Thiere erst erworben. Hier ist die Dressur durch Vererbung in Instinkt übergegangen. Die charakteristischen Instinkte der Jagdhunde, Schäferhunde und anderer Hausthiere, welche sie mit auf die Welt bringen, sind ebenso wie die Naturinstinkte der wilden Thiere, von ihren Voreltern erst durch Anpassung erworben worden. Sie sind in dieser Beziehung den angeblichen „Erkenntnissen a priori" des Menschen zu vergleichen, die ursprünglich von unseren uralten Vorfahren (gleich allen anderen Erkenntnissen) „a posteriori", durch sinnliche Erfahrung, erworben wurden. Wie ich schon früher bemerkte, sind offenbar die „Erkenntnisse a priori" erst durch lange andauernde Vererbung von erworbenen Gehirnanpassungen aus ursprünglich empirischen „Erkenntnissen a posteriori" entstanden (S. 29).

Die so eben besprochenen und widerlegten Einwände gegen die Descendenztheorie dürften wohl die wichtigsten sein, welche ihr ent-

gegengehalten worden sind. Ich glaube Ihnen deren Grundlosigkeit genügend dargethan zu haben. Die zahlreichen übrigen Einwürfe, welche außerdem noch gegen die Entwickelungslehre im Allgemeinen oder gegen den biologischen Theil derselben, die Abstammungslehre, im Besonderen erhoben worden sind, beruhen entweder auf einer solchen Unkenntniß der empirisch festgestellten Thatsachen, oder auf einem solchen Mangel an richtigem Verständniß derselben, und an Fähigkeit, die daraus nothwendig sich ergebenden Folgeschlüsse zu ziehen, daß es wirklich nicht der Mühe lohnen würde, hier näher auf ihre Widerlegung einzugehen. Nur einige allgemeine Gesichtspunkte möchte ich Ihnen in dieser Beziehung noch mit einigen Worten nahe legen.

Zunächst ist hinsichtlich des ersterwähnten Punktes zu bemerken, daß, um die Abstammungslehre vollständig zu verstehen, und sich ganz von ihrer unerschütterlichen Wahrheit zu überzeugen, ein allgemeiner Ueberblick über die Gesammtheit des biologischen Erscheinungsgebietes unerläßlich ist. Die Descendenztheorie ist eine biologische Theorie, und man darf daher mit Fug und Recht verlangen, daß diejenigen Leute, welche darüber ein endgültiges Urtheil fällen wollen, den erforderlichen Grad biologischer Bildung besitzen. Dazu genügt es nicht, daß sie in diesem oder jenem Gebiete der Zoologie, Botanik und Protistik specielle Erfahrungskenntnisse besitzen. Vielmehr müssen sie nothwendig eine allgemeine Uebersicht der gesammten Erscheinungsreihen wenigstens in einem der drei organischen Reiche besitzen. Sie müssen wissen, welche allgemeinen Gesetze aus der vergleichenden Morphologie und Physiologie der Organismen, insbesondere aus der vergleichenden Anatomie, aus der individuellen und paläontologischen Entwickelungsgeschichte u. s. w. sich ergeben, und sie müssen eine Vorstellung von dem tiefen mechanischen, ursächlichen Zusammenhang haben, in dem alle jene Erscheinungsreihen stehen. Selbstverständlich ist dazu ein gewisser Grad allgemeiner Bildung und namentlich philosophischer Erziehung erforderlich, den leider heutzutage nicht viele Leute für nöthig halten. Ohne die nothwendige Verbindung von empirischen

Kenntnissen und von philosophischem Verständniß derselben kann die unerschütterliche Ueberzeugung von der Wahrheit der Descendenztheorie nicht gewonnen werden.

Nun bitte ich Sie, gegenüber dieser ersten Vorbedingung für das wahre Verständniß der Descendenztheorie, die bunte Menge von Leuten zu betrachten, die sich herausgenommen haben, über dieselbe mündlich und schriftlich ein vernichtendes Urtheil zu fällen! Die meisten derselben sind Laien, welche die wichtigsten biologischen Erscheinungen entweder gar nicht kennen, oder doch keine Vorstellung von ihrer tieferen Bedeutung besitzen. Was würden Sie von einem Laien sagen, der über die Zellentheorie urtheilen wollte, ohne jemals Zellen gesehen zu haben, oder über die Wirbeltheorie, ohne jemals vergleichende Anatomie getrieben zu haben? Und doch begegnen Sie solchen lächerlichen Anmaßungen in der Geschichte der biologischen Descendenztheorie alle Tage! Sie hören Tausende von Laien und von Halbgebildeten darüber ein entscheidendes Urtheil fällen, die weder von Botanik noch von Zoologie, weder von vergleichender Anatomie noch von Gewebelehre, weder von Paläontologie noch von Embryologie Etwas wissen. Daher kömmt es, daß, wie Huxley treffend sagt, die allermeisten gegen Darwin veröffentlichten Schriften das Papier nicht werth sind, auf dem sie geschrieben wurden.

Sie könnten mir einwenden, daß ja unter den Gegnern der Descendenztheorie doch auch viele Naturforscher, und selbst manche berühmte Zoologen und Botaniker sind. Diese letzteren sind jedoch meist ältere Gelehrte, die in ganz entgegengesetzten Anschauungen alt geworden sind, und denen man nicht zumuthen kann, noch am Abend ihres Lebens sich einer Reform ihrer, zur festen Gewohnheit gewordenen Weltanschauung zu unterziehen. Sodann muß aber auch ausdrücklich hervorgehoben werden, daß nicht nur eine allgemeine Uebersicht des ganzen biologischen Erscheinungsgebiets, sondern auch ein philosophisches Verständniß desselben nothwendige Vorbedingungen für die überzeugte Annahme der Descendenztheorie sind. Nun

finden Sie aber grade diese unerläßlichen Vorbedingungen bei dem größten Theil der heutigen Naturforscher leider keineswegs erfüllt. Die Unmasse von neuen empirischen Thatsachen, mit denen uns die riesigen Fortschritte der neueren Naturwissenschaft bekannt gemacht haben, hat eine vorherrschende Neigung für das specielle Studium einzelner Erscheinungen und kleiner engbegrenzter Erfahrungsgebiete herbeigeführt. Darüber wird die Erkenntniß der übrigen Theile und namentlich des großen umfassenden Naturganzen meist völlig vernachlässigt. Jeder, der gesunde Augen und ein Mikroskop zum Beobachten, Fleiß und Geduld zum Sitzen hat, kann heutzutage durch mikroskopische „Entdeckungen" eine gewisse Berühmtheit erlangen, ohne doch den Namen eines Naturforschers zu verdienen. Dieser gebührt nur dem, der nicht bloß die einzelnen Erscheinungen zu kennen, sondern auch deren ursächlichen Zusammenhang zu erkennen strebt. Noch heute untersuchen und beschreiben die meisten Paläontologen die Versteinerungen, ohne die wichtigsten Thatsachen der Embryologie zu kennen. Andrerseits verfolgen die Embryologen die Entwickelungsgeschichte des einzelnen organischen Individuums, ohne eine Ahnung von der paläontologischen Entwickelungsgeschichte des ganzen zugehörigen Stammes zu haben, von welcher die Versteinerungen berichten. Und doch stehen diese beiden Zweige der organischen Entwickelungsgeschichte, die Ontogenie oder die Geschichte des Individuums, und die Phylogenie oder die Geschichte des Stammes, im engsten ursächlichen Zusammenhang, und die eine ist ohne die andere gar nicht zu verstehen. Aehnlich steht es mit dem systematischen und dem anatomischen Theile der Biologie. Noch heute giebt es in der Zoologie und Botanik zahlreiche Systematiker, welche in dem Irrthum arbeiten, durch bloße sorgfältige Untersuchung der äußeren und leicht zugänglichen Körperformen, ohne die tiefere Kenntniß ihres inneren Baues, das natürliche System der Thiere und Pflanzen construiren zu können. Andrerseits giebt es Anatomen und Histologen, welche das eigentliche Verständniß des Thier- und Pflanzenkörpers bloß durch die genaueste Erforschung des inneren Körperbaues

einer einzelnen Species, ohne die vergleichende Betrachtung der gesammten Körperform bei allen verwandten Organismen, gewinnen zu können meinen. Und doch steht auch hier, wie überall, Inneres und Aeußeres, Vererbung und Anpassung in der engsten Wechselbeziehung, und das Einzelne kann nie ohne Vergleichung mit dem zugehörigen Ganzen wirklich verstanden werden. Jenen einseitigen Facharbeitern möchten wir daher mit Goethe zurufen:

„Müsset im Naturbetrachten
„Immer Eins wie Alles achten.
„Nichts ist drinnen, Nichts ist draußen,
„Denn was innen, das ist außen."

und weiterhin:

„Natur hat weder Kern noch Schale,
„Alles ist sie mit einem Male."

Noch viel nachtheiliger aber, als jene einseitige Richtung ist für das allgemeine Verständniß des Naturganzen der Mangel an philosophischer Bildung, durch welchen sich die meisten Naturforscher der Gegenwart auszeichnen. Die vielfachen Verirrungen der früheren speculativen Naturphilosophie, aus dem ersten Drittel unseres Jahrhunderts, haben bei den exacten empirischen Naturforschern die ganze Philosophie in einen solchen Mißcredit gebracht, daß dieselben in dem sonderbaren Wahne leben, das Gebäude der Naturwissenschaft aus bloßen Thatsachen, ohne philosophische Verknüpfung derselben, aus bloßen Kenntnissen, ohne Verständniß derselben, aufbauen zu können. Während aber ein rein speculatives, absolut philosophisches Lehrgebäude, welches sich nicht um die unerläßliche Grundlage der empirischen Thatsachen kümmert, ein Luftschloß wird, das die erste beste Erfahrung über den Haufen wirft, so bleibt andrerseits ein rein empirisches, absolut aus Thatsachen zusammengesetztes Lehrgebäude ein wüster Steinhaufen, der nimmermehr den Namen eines Gebäudes verdienen wird. Die nackten, durch die Erfahrung festgestellten Thatsachen sind immer nur die rohen Bausteine, und ohne die denkende Verwerthung, ohne die philosophische Verknüpfung

derselben kann keine Wissenschaft entstehen. Wie ich Ihnen schon früher eindringlich vorzustellen versuchte, *entsteht nur durch die innigste Wechselwirkung und gegenseitige Durchdringung von Philosophie und Empirie das unerschütterliche Gebäude der wahren, monistischen Wissenschaft*, oder was dasselbe ist, der *Naturwissenschaft*.

Aus dieser beklagenswerthen Entfremdung der Naturforschung von der Philosophie, und aus dem rohen Empirismus, der heutzutage leider von den meisten Naturforschern als „exacte Wissenschaft" gepriesen wird, entspringen jene seltsamen Quersprünge des Verstandes, jene groben Verstöße gegen die elementare Logik, jenes Unvermögen zu den einfachsten Schlußfolgerungen, denen Sie heutzutage auf allen Wegen der Naturwissenschaft, ganz besonders aber in der Zoologie und Botanik begegnen können. Hier rächt sich die Vernachlässigung der philosophischen Bildung und Schulung des Geistes unmittelbar auf das Empfindlichste. Es ist daher nicht zu verwundern, wenn jenen rohen Empirikern auch die tiefe innere Wahrheit der Descendenztheorie gänzlich verschlossen bleibt. Wie das triviale Sprichwort sehr treffend sagt, „sehen sie den Wald vor lauter Bäumen nicht." Nur durch allgemeinere philosophische Studien und namentlich durch strengere logische Erziehung des Geistes kann diesem schlimmen Uebelstande auf die Dauer abgeholfen werden (vergl. Gen. Morph. I, 63; II, 447).

Wenn Sie dieses Verhältniß recht erwägen, und mit Bezug auf die empirische Begründung der philosophischen Entwickelungstheorie weiter darüber nachdenken, so wird es Ihnen auch alsbald klar werden, wie es sich mit den vielfach geforderten *Beweisen für die Descendenztheorie* verhält. Je mehr sich die Abstammungslehre in den letzten Jahren allgemein Bahn gebrochen hat, je mehr sich alle wirklich denkenden jüngeren Naturforscher und alle wirklich biologisch gebildeten Philosophen von ihrer inneren Wahrheit und Unentbehrlichkeit überzeugt haben, desto lauter haben die Gegner derselben nach thatsächlichen Beweisen dafür gerufen. Dieselben Leute,

welche kurz nach dem Erſcheinen von Darwin's Werke daſſelbe für ein „bodenloſes Phantaſiegebäude", für eine „willkührliche Speculation", für einen „geiſtreichen Traum" erklärten, dieſelben laſſen ſich jetzt gütig zu der Erklärung herab, daß die Deſcendenztheorie allerdings eine wiſſenſchaftliche „Hypotheſe" ſei, daß dieſelbe aber erſt noch „beweiſen" werden müſſe. Wenn dieſe Aeußerungen von Leuten geſchehen, die nicht die erforderliche empiriſch-philoſophiſche Bildung, die nicht die nöthigen Kenntniſſe in der vergleichenden Anatomie, Embryologie und Paläontologie beſitzen, ſo läßt man ſich das gefallen, und verweiſt ſie auf die in jenen Wiſſenſchaften niedergelegten Argumente. Wenn aber die gleichen Aeußerungen von anerkannten Fachmännern geſchehen, von Lehrern der Zoologie und Botanik, die doch von Rechtswegen einen Ueberblick über das Geſammtgebiet ihrer Wiſſenſchaft beſitzen ſollten, oder die wirklich mit den Thatſachen jener genannten Wiſſenſchaftsgebiete vertraut ſind, dann weiß man in der That nicht, was man dazu ſagen ſoll! Diejenigen, denen ſelbſt der jetzt bereits gewonnene Schatz an empiriſcher Naturkenntniß nicht genügt, um darauf die Deſcendenztheorie ſicher zu begründen, die werden auch durch keine andere, etwa noch ſpäter zu entdeckende Thatſache von ihrer Wahrheit überzeugt werden. Denn man kann ſich keine Verhältniſſe vorſtellen, welche ſtärkeres und vollgültigeres Zeugniß für die Wahrheit der Abſtammungslehre ablegen könnten, als es z. B. die bekannten Thatſachen der vergleichenden Anatomie und Ontogenie ſchon jetzt thun. Ich muß Sie hier wiederholt darauf hinweiſen, daß alle großen, allgemeinen Geſetze und alle umfaſſenden Erſcheinungsreihen der verſchiedenſten biologiſchen Gebiete einzig und allein durch die Entwickelungstheorie (und ſpeciell durch den biologiſchen Theil derſelben, die Deſcendenztheorie) erklärt und verſtanden werden können, und daß ſie ohne dieſelbe gänzlich unerklärt und unbegriffen bleiben. Sie alle begründen in ihrem inneren urſächlichen Zuſammenhang die Deſcendenztheorie als das größte biologiſche Inductionsgeſetz. Erlauben Sie mir, Ihnen ſchließ-

lich nochmals alle jene Inductionsreihen, alle jene allgemeinen biologischen Gesetze, auf welchen dieses umfassende Entwickelungsgesetz unumstößlich fest ruht, im Zusammenhange zu nennen:

1) Die paläontologische Entwickelungsgeschichte der Organismen, das stufenweise Auftreten und die historische Reihenfolge der verschiedenen Arten und Artengruppen, die empirischen Gesetze des paläontologischen Artenwechsels, wie sie uns durch die Versteinerungskunde geliefert werden, insbesondere die fortschreitende Differenzirung und Vervollkommnung der Thier- und Pflanzengruppen in den auf einander folgenden Perioden der Erdgeschichte.

2) Die individuelle Entwickelungsgeschichte der Organismen, die Embryologie und Metamorphologie, die stufenweisen Veränderungen in der allmählichen Ausbildung des Körpers und seiner einzelnen Organe, namentlich die fortschreitende Differenzirung und Vervollkommnung der Organe und Körpertheile in den auf einander folgenden Perioden der individuellen Entwickelung.

3) Der innere ursächliche Zusammenhang zwischen der Ontogenie und Phylogenie, der Parallelismus zwischen der individuellen Entwickelungsgeschichte der Organismen und der paläontologischen Entwickelungsgeschichte ihrer Vorfahren, ein Causalnexus, der durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung thatsächlich begründet wird, und der sich in den Worten zusammenfassen läßt: Die Ontogenie wiederholt in großen Zügen nach den Gesetzen der Vererbung und Anpassung das Gesammtbild der Phylogenie.

4) Die vergleichende Anatomie der Organismen, der Nachweis von der wesentlichen Uebereinstimmung des inneren Baues der verwandten Organismen, trotz der größten Verschiedenheit der äußeren Form bei den verschiedenen Arten; die Erklärung derselben durch die ursächliche Abhängigkeit der inneren Uebereinstimmung des Baues von der Vererbung, der äußeren Ungleichheit der Körperform von der Anpassung.

5) Der innere ursächliche Zusammenhang zwischen der vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte, die harmonische Uebereinstimmung zwischen den Gesetzen der stufenweisen Ausbildung, der fortschreitenden Differenzirung und Vervollkommnung, wie sie uns durch die vergleichende Anatomie auf der einen Seite, durch die Ontogenie und Paläontologie auf der anderen Seite klar vor Augen gelegt werden.

6) Die Unzweckmäßigkeitslehre oder Dysteleologie, wie ich früher die Wissenschaft von den rudimentären Organen, von den verkümmerten und entarteten, zwecklosen und unthätigen Körpertheilen genannt habe; einer der wichtigsten und interessantesten Theile der vergleichenden Anatomie, welcher, richtig gewürdigt, für sich allein schon im Stande ist, den Grundirrthum der teleologischen und dualistischen Naturbetrachtung zu widerlegen, und die alleinige Begründung der mechanischen und monistischen Weltanschauung zu beweisen.

7) Das natürliche System der Organismen, die natürliche Gruppirung aller verschiedenen Formen von Thieren, Pflanzen und Protisten in zahlreiche, kleinere und größere, neben und über einander geordnete Gruppen; der verwandtschaftliche Zusammenhang der Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen, Klassen, Stämme u. s. w.; ganz besonders aber die baumförmig verzweigte Gestalt des natürlichen Systems, welche aus einer naturgemäßen Anordnung und Zusammenstellung aller dieser Gruppenstufen oder Kategorien sich von selbst ergiebt. Die stufenweis verschiedene Formverwandtschaft derselben ist nur dann erklärlich, wenn man sie als Ausdruck der wirklichen Blutsverwandtschaft betrachtet; die Baumform des natürlichen Systems kann nur als wirklicher Stammbaum der Organismen verstanden werden.

8) Die Chorologie der Organismen, die Wissenschaft von der räumlichen Verbreitung der organischen Species, von ihrer geographischen und topographischen Vertheilung über die Erdoberfläche, über die Höhen der Gebirge und die Tiefen

des Meeres, insbesondere die wichtige Erscheinung, daß jede Organismenart von einem sogenannten „Schöpfungsmittelpunkte" (richtiger „Urheimath" oder „Ausbreitungscentrum" genannt) ausgeht, d. h. von einem einzigen Orte, an welchem dieselbe einmal entstand, und von dem aus sie sich verbreitete.

9) Die Oecologie der Organismen, die Wissenschaft von den gesammten Beziehungen des Organismus zur umgebenden Außenwelt, zu den organischen und anorganischen Existenzbedingungen; die sogenannte „Oekonomie der Natur", die Wechselbeziehungen aller Organismen, welche an einem und demselben Orte mit einander leben, ihre Anpassung an die Umgebung, ihre Umbildung durch den Kampf um's Dasein, insbesondere die Verhältnisse des Parasitismus u. s. w. Grade diese Erscheinungen der „Naturökonomie", welche der Laie bei oberflächlicher Betrachtung als die weisen Einrichtungen eines planmäßig wirkenden Schöpfers anzusehen pflegt, zeigen sich bei tieferem Eingehen als die nothwendigen Folgen mechanischer Ursachen.

10) Die Einheit der gesammten Biologie, der tiefe innere Zusammenhang, welcher zwischen allen genannten und allen übrigen Erscheinungsreihen in der Zoologie, Protistik und Botanik besteht, und welcher sich einfach und natürlich aus einem einzigen gemeinsamen Grunde derselben erklärt. Dieser Grund kann kein anderer sein, als die gemeinsame Abstammung aller verschiedenartigen Organismen von einer einzigen, oder mehreren, absolut einfachen Stammformen, gleich den organlosen Moneren. Indem die Descendenztheorie diese gemeinsame Abstammung annimmt, wirft sie sowohl auf jene einzelnen Erscheinungsreihen, als auf die Gesammtheit derselben ein erklärendes Licht, ohne welches sie uns in ihrem inneren ursächlichen Zusammenhang ganz unverständlich bleiben. Die Gegner der Descendenztheorie vermögen uns weder eine einzige von jenen Erscheinungsreihen, noch ihren inneren Zusammenhang unter einander irgendwie zu erklären. So lange sie dies nicht vermögen, bleibt die Abstammungslehre die unentbehrlichste biologische Theorie.

Auf Grund der angeführten großartigen Zeugnisse würden wir Lamarck's Descendenztheorie zur Erklärung der biologischen Phänomene selbst dann annehmen müssen, wenn wir nicht Darwin's Selectionstheorie besäßen. Nun kommt aber dazu, daß die erstere durch die letztere so vollständig direct bewiesen und durch mechanische Ursachen begründet wird, wie wir es nur verlangen können. Die Gesetze der Vererbung und der Anpassung sind allgemein anerkannte physiologische Thatsachen, jene auf die Fortpflanzung, diese auf die Ernährung der Organismen zurückführbar. Andrerseits ist der Kampf um's Dasein eine biologische Thatsache, welche mit mathematischer Nothwendigkeit aus dem allgemeinen Mißverhältniß zwischen der Durchschnittszahl der organischen Individuen und der Ueberzahl ihrer Keime folgt. Indem aber Anpassung und Vererbung im Kampf um's Dasein sich in beständiger Wechselwirkung befinden, folgt daraus unvermeidlich die natürliche Züchtung, welche überall und beständig umbildend auf die organischen Arten einwirkt, und neue Arten durch Divergenz des Charakters erzeugt. Besonders begünstigt wird ihre Wirksamkeit noch durch die überall stattfindenden activen und passiven Wanderungen der Organismen. Wenn wir diese Umstände recht in Erwägung ziehen, so erscheint uns die beständige und allmähliche Umbildung oder Transmutation der organischen Species als ein biologischer Proceß, welcher nach dem Causalgesetz mit Nothwendigkeit aus der eigenen Natur der Organismen und ihren gegenseitigen Wechselbeziehungen folgen muß.

Daß auch der Ursprung des Menschen aus diesem allgemeinen organischen Umbildungsvorgang erklärt werden muß, und daß er sich aus diesem ebenso einfach als natürlich erklärt, glaube ich Ihnen im vorletzten Vortrage hinreichend bewiesen zu haben. Ich kann aber hier nicht umhin, Sie nochmals auf den ganz unzertrennlichen Zusammenhang dieser sogenannten „Affenlehre" oder „Pithekoidentheorie" mit der gesammten Descendenztheorie hinzuweisen. Wenn die letztere das größte Inductionsgesetz der Biologie ist, so folgt daraus die erstere mit Nothwendigkeit, als das wichtigste Deductionsgesetz

derſelben. Beide ſtehen und fallen mit einander. Da auf das richtige Verſtändniß dieſes Satzes, den ich für höchſt wichtig halte und deßhalb ſchon mehrmals hervorgehoben habe, hier Alles ankommt, ſo erlauben Sie mir, denſelben jetzt noch mit wenigen Worten an einem Beiſpiele zu erläutern.

Bei allen Säugethieren, die wir kennen, iſt der Centraltheil des Nervenſyſtems das Rückenmark und das Gehirn, und der Centraltheil des Blutkreislaufs ein vierfächeriges, aus zwei Kammern und zwei Vorkammern zuſammengeſetztes Herz. Wir ziehen daraus den allgemeinen Inductionsſchluß, daß alle Säugethiere ohne Ausnahme, die ausgeſtorbenen und die uns noch unbekannten lebenden Arten, eben ſo gut wie die von uns unterſuchten Species, die gleiche Organiſation, ein gleiches Herz, Gehirn und Rückenmark beſitzen. Wenn nun in irgend einem Erdtheile, wie es noch jetzt alljährlich vorkömmt, irgend eine neue Säugethierart entdeckt wird, z. B. eine neue Beutelthierart, oder eine neue Rattenart, oder eine neue Affenart, ſo weiß jeder Zoolog von vornherein, ohne den inneren Bau derſelben unterſucht zu haben, ganz beſtimmt, daß dieſe Species, eben ſo wie alle übrigen Säugethiere, ein vierfächeriges Herz, ein Gehirn und ein Rückenmark beſitzen muß. Keinem einzigen Naturforſcher fällt es ein, daran zu zweifeln, und etwa zu denken, daß das Centralnervenſyſtem bei dieſer neuen Säugethierart möglicherweiſe aus einem Bauchmark mit Schlundring, wie bei den Gliederthieren, oder aus zerſtreuten Knotenpaaren, wie bei den Weichthieren beſtehen könnte; oder daß das Herz vielkammerig, wie bei den Inſecten, oder einkammerig, wie bei den Mantelthieren ſein könnte. Jener ganz beſtimmte und ſichere Schluß, welcher doch auf gar keiner unmittelbaren Erfahrung beruht, iſt ein Deductionsſchluß. Ebenſo begründete Goethe, wie ich in einem früheren Vortrage zeigte, aus der vergleichenden Anatomie der Säugethiere den allgemeinen Inductionsſchluß, daß dieſelben ſämmtlich einen Zwiſchenkiefer beſitzen, und zog daraus ſpäter den beſonderen Deductionsſchluß, daß auch der Menſch, der in allen übrigen Beziehungen nicht weſentlich von den anderen Säugethieren verſchieden ſei, einen ſolchen Zwi-

ſchenkiefer beſitzen müſſe. Er behauptete dieſen Schluß, ohne den Zwiſchenkiefer des Menſchen wirklich geſehen zu haben und bewies deſſen Exiſtenz erſt nachträglich durch die wirkliche Beobachtung (S 76).

Die Induction iſt alſo ein logiſches Schlußverfahren aus dem Beſonderen auf das Allgemeine, aus vielen einzelnen Erfahrungen auf ein allgemeines Geſetz; die Deduction dagegen ſchließt aus dem Allgemeinen auf das Beſondere, aus einem allgemeinen Naturgeſetze auf einen einzelnen Fall. So iſt nun auch ohne allen Zweifel die Deſcendenztheorie ein durch alle genannten biologiſchen Erfahrungen empiriſch begründetes großes Inductionsgeſetz; die Pithekoidentheorie dagegen, die Behauptung, daß der Menſch ſich aus niederen, und zunächſt aus affenartigen Säugethieren entwickelt habe, ein einzelnes Deductionsgeſetz, welches mit jenem allgemeinen Inductionsgeſetze unzertrennlich verbunden iſt.

Der Stammbaum des Menſchengeſchlechts, deſſen ungefähre Umriſſe ich Ihnen im vorletzten Vortrage gegeben habe, bleibt natürlich (gleich allen vorher erörterten Stammbäumen der Thiere und Pflanzen) in allen ſeinen Einzelheiten nur eine mehr oder weniger annähernde genealogiſche Hypotheſe. Dies thut aber der Anwendung der Deſcendenztheorie auf den Menſchen im Ganzen keinen Eintrag. Hier, wie bei allen Unterſuchungen über die Abſtammungsverhältniſſe der Organismen, müſſen Sie wohl unterſcheiden zwiſchen der allgemeinen oder generellen Deſcendenz-Theorie, und der beſonderen oder ſpeciellen Deſcendenz-Hypotheſe. Die allgemeine Abſtammungs-Theorie beanſprucht volle und bleibende Geltung, weil ſie durch alle vorher genannten allgemeinen biologiſchen Erſcheinungsreihen, und durch deren inneren urſächlichen Zuſammenhang inductiv begründet wird. Jede beſondere Abſtammungs-Hypotheſe dagegen iſt in ihrer ſpeciellen Geltung durch den jeweiligen Zuſtand unſerer biologiſchen Erkenntniß bedingt, und durch die Ausdehnung der objectiven empiriſchen Grundlage, auf welche wir durch ſubjective Schlüſſe dieſe Hypotheſe deductiv gründen. Daher beſitzen alle einzelnen Verſuche zur Erkenntniß des Stammbaums irgend einer Organismengruppe immer nur einen zeit-

weiligen und bedingten Werth, und unsere specielle Hypothese darüber wird immer mehr vervollkommnet werden, je weiter wir in der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie der betreffenden Gruppe fortschreiten. Je mehr wir uns dabei aber in genealogische Einzelheiten verlieren, je weiter wir die einzelnen Aeste und Zweige des Stammbaumes verfolgen, desto unsicherer und subjectiver wird wegen der Unvollständigkeit der empirischen Grundlagen unsere specielle Abstammungs-*Hypothese*. Dies thut jedoch der Sicherheit der generellen Abstammungs-*Theorie*, welche das unentbehrliche Fundament für jedes tiefere Verständniß der biologischen Erscheinungen ist, keinen Abbruch. So erleidet es denn auch keinen Zweifel, daß wir die Abstammung des Menschen zunächst aus affenartigen, weiterhin aus niederen Säugethieren, und so immer weiter aus immer tieferen Stufen des Wirbelthierstammes, bis zu dessen tiefsten wirbellosen Wurzeln, ja bis zu einer einfachen Plastide hinunter, als allgemeine *Theorie* mit voller Sicherheit behaupten können und müssen. Dagegen wird die specielle Verfolgung des menschlichen Stammbaums, die nähere Bestimmung der uns bekannten Thierformen, welche entweder wirklich zu den Vorfahren des Menschen gehörten oder diesen wenigstens nächststehende Blutsverwandte waren, stets eine mehr oder minder annähernde Descendenz-*Hypothese* bleiben, welche um so mehr Gefahr läuft, sich von dem wirklichen Stammbaum zu entfernen, je näher sie demselben durch Aufsuchung der einzelnen Ahnenformen zu kommen sucht. Dies ist mit Nothwendigkeit durch die ungeheure Lückenhaftigkeit unserer paläontologischen Kenntnisse bedingt, welche unter keinen Umständen jemals eine annähernde Vollständigkeit erreichen werden.

Aus der denkenden Erwägung dieses wichtigen Verhältnisses ergiebt sich auch bereits die Antwort auf eine Frage, welche gewöhnlich zunächst bei Besprechung dieses Gegenstandes aufgeworfen wird, nämlich die Frage nach den wissenschaftlichen *Beweisen für den thierischen Ursprung des Menschengeschlechts*. Nicht allein die Gegner der Descendenztheorie, sondern auch viele Anhänger derselben, denen die gehörige philosophische Bildung mangelt, pflegen dabei vor-

zugsweise an einzelne Erfahrungen, an specielle empirische Fortschritte der Naturwissenschaft zu denken. Man erwartet, daß plötzlich die Entdeckung einer geschwänzten Menschenrasse oder einer sprechenden Affenart, oder einer anderen lebenden oder fossilen Uebergangsform zwischen Menschen und Affen, die zwischen beiden bestehende enge Kluft noch mehr ausfüllen, und somit die Abstammung des Menschen vom Affen empirisch „beweisen" soll. Derartige einzelne Erfahrungen, und wären sie anscheinend noch so überzeugend und beweiskräftig, können aber niemals den gewünschten Beweis liefern. Gedankenlose oder mit den biologischen Erscheinungsreihen unbekannte Leute werden jenen einzelnen Zeugnissen immer dieselben Einwände entgegen halten können, die sie unserer Theorie auch jetzt entgegen halten.

Die unumstößliche Sicherheit der Descendenz-Theorie, auch in ihrer Anwendung auf den Menschen, liegt vielmehr viel tiefer, und kann niemals bloß durch einzelne empirische Erfahrungen, sondern nur durch philosophische Vergleichung und Verwerthung unseres gesammten biologischen Erfahrungsschatzes in ihrem wahren inneren Werthe erkannt werden. Sie liegt eben darin, daß die Descendenztheorie als ein allgemeines Inductionsgesetz aus der vergleichenden Synthese aller organischen Naturerscheinungen, und insbesondere aus der dreifachen Parallele der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Phylogenie mit Nothwendigkeit folgt; und die Pithekoidentheorie bleibt unter allen Umständen (ganz abgesehen von allen Einzelbeweisen) ein specieller Deductionsschluß, welcher wieder aus dem generellen Inductionsgesetz der Descendenztheorie mit Nothwendigkeit gefolgert werden muß.

Auf das richtige Verständniß dieser philosophischen Begründung der Descendenztheorie und der mit ihr unzertrennlich verbundenen Pithekoidentheorie kömmt meiner Ansicht nach Alles an. Viele von Ihnen werden mir dies vielleicht zugeben, aber mir zugleich entgegen halten, daß das Alles nur von der körperlichen, nicht von der geistigen Entwickelung des Menschen gelte. Da wir nun bisher uns bloß mit der ersteren beschäftigt haben, so ist es wohl nothwendig, hier auch noch auf die letztere einen Blick zu werfen, und

zu zeigen, daß auch ſie jenem großen allgemeinen Entwickelungsgeſetze unterworfen iſt. Dabei iſt es vor Allem nothwendig, ſich in's Gedächtniß zurückzurufen, wie überhaupt das Geiſtige vom Körperlichen nie völlig geſchieden werden kann, beide Seiten der Natur vielmehr unzertrennlich verbunden ſind, und in der innigſten Wechſelwirkung mit einander ſtehen. Wie ſchon Goethe klar ausſprach, „kann die Materie nie ohne Geiſt, der Geiſt nie ohne Materie exiſtiren und wirkſam ſein". Der künſtliche Zwieſpalt, welchen die falſche dualiſtiſche und teleologiſche Philoſophie der Vergangenheit zwiſchen Geiſt und Körper, zwiſchen Kraft und Stoff aufrecht erhielt, iſt durch die Fortſchritte der Naturerkenntniß und namentlich der Entwickelungslehre aufgelöſt, und kann gegenüber der ſiegreichen mechaniſchen und moniſtiſchen Philoſophie unſerer Zeit nicht mehr beſtehen. Wie demgemäß die Menſchennatur in ihrer Stellung zur übrigen Welt aufgefaßt werden muß, hat in neuerer Zeit beſonders Radenhauſen in ſeiner vortrefflichen und ſehr leſenswerthen Iſis ausführlich erörtert[38]).

Was nun ſpeciell den Urſprung des menſchlichen Geiſtes oder der Seele des Menſchen betrifft, ſo nehmen wir zunächſt an jedem menſchlichen Individuum wahr, daß ſich derſelbe von Anfang an ſchrittweiſe und allmählich entwickelt, ebenſo wie der Körper. Wir ſehen am neugeborenen Kinde, daß daſſelbe weder ſelbſtſtändiges Bewußtſein, noch überhaupt klare Vorſtellungen beſitzt. Dieſe entſtehen erſt allmählich, wenn mittelſt der ſinnlichen Erfahrung die Erſcheinungen der Außenwelt auf das Centralnervenſyſtem einwirken. Aber noch entbehrt das kleine Kind aller jener differenzirten Seelenbewegungen, welche der erwachſene Menſch erſt durch langjährige Erfahrung erwirbt. Aus dieſer ſtufenweiſen Entwickelung der Menſchenſeele in jedem einzelnen Individuum können wir nun, gemäß dem innigen urſächlichen Zuſammenhang zwiſchen Ontogenie und Phylogenie, unmittelbar auf die ſtufenweiſe Entwickelung der Menſchenſeele in der ganzen Menſchheit und weiterhin in dem ganzen Wirbelthierſtamme zurückſchließen. In unzertrennlicher Verbindung mit dem Körper hat auch der Geiſt des Menſchen alle jene langſamen Stufen der Entwickelung, alle jene einzelnen

Schritte der Differenzirung und Vervollkommnung durchmessen müssen, von welchen Ihnen die hypothetische Ahnenreihe des Menschen im vorletzten Vortrage ein ungefähres Bild gegeben hat.

Allerdings pflegt gerade diese Vorstellung bei den meisten Menschen, wenn sie zuerst mit der Entwickelungslehre bekannt werden, den größten Anstoß zu erregen, weil sie am meisten den hergebrachten mythologischen Anschauungen und den durch ein Alter von Jahrtausenden geheiligten Vorurtheilen widerspricht. Allein eben so gut wie alle anderen Funktionen der Organismen muß nothwendig auch die Menschenseele sich historisch entwickelt haben, und die vergleichende Seelenlehre oder die empirische Psychologie der Thiere zeigt uns klar, daß diese Entwickelung nur gedacht werden kann als eine stufenweise Hervorbildung aus der Wirbelthierseele, als eine allmähliche Differenzirung und Vervollkommnung, welche erst im Laufe vieler Jahrtausende zu dem herrlichen Triumph des Menschengeistes über seine niederen thierischen Ahnenstufen geführt hat. Hier, wie überall, ist die Untersuchung der Entwickelung und die Vergleichung der verwandten Erscheinungen der einzige Weg, um zur Erkenntniß der natürlichen Wahrheit zu gelangen. Wir müssen also vor Allem, wie wir es auch bei Untersuchung der körperlichen Entwickelung thaten, die höchsten thierischen Erscheinungen einerseits mit den niedersten thierischen, andrerseits mit den niedersten menschlichen Erscheinungen vergleichen. Das Endresultat dieser Vergleichung ist, daß zwischen den höchstentwickelten Thierseelen und den tiefstentwickelten Menschenseelen nur ein geringer quantitativer, aber kein qualitativer Unterschied existirt, und daß dieser Unterschied viel geringer ist, als der Unterschied zwischen den niedersten und höchsten Menschenseelen, oder als der Unterschied zwischen den höchsten und niedersten Thierseelen.

Um sich von der Begründung dieses wichtigen Resultates zu überzeugen, muß man vor Allem das Geistesleben der wilden Naturvölker und der Kinder vergleichend studiren [32]). Auf der tiefsten Stufe menschlicher Geistesbildung stehen die Australier, einige Stämme der polynesischen Papuas, und in Afrika die Buschmänner, die Hottentotten

und einige Stämme der Neger. Die Sprache, der wichtigste Charakter des echten Menschen, ist bei ihnen auf der tiefsten Stufe der Ausbildung stehen geblieben, und damit natürlich auch die Begriffsbildung. Manche dieser wilden Stämme haben nicht einmal eine Bezeichnung für Thier, Pflanze, Ton, Farbe und dergleichen einfachste Begriffe, wogegen sie für jede einzelne auffallende Thier- oder Pflanzenform, für jeden einzelnen Ton oder Farbe ein Wort besitzen. Es fehlen also selbst die nächstliegenden Abstractionen. In vielen solcher Sprachen giebt es bloß Zahlwörter für Eins, Zwei und Drei; keine australische Sprache zählt über Vier. Sehr viele wilde Völker können nur bis zehn oder zwanzig zählen, während man einzelne sehr gescheute Hunde dazu gebracht hat, bis vierzig und selbst über sechzig zu zählen. Und doch ist die Zahl der Anfang der Mathematik! Nichts ist aber vielleicht in dieser Beziehung merkwürdiger, als daß einzelne von den wildesten Stämmen im südlichen Asien und östlichen Afrika von der ersten Grundlage aller menschlichen Gesittung, vom Familienleben und der Ehe, gar keinen Begriff haben. Sie leben in Heerden beisammen, wie die Affen, größtentheils auf Bäumen kletternd und Früchte verzehrend; sie kennen das Feuer noch nicht, und gebrauchen als Waffen nur Steine und Knüppel, wie es auch die höheren Affen thun. Alle Versuche, diese und viele andere Stämme der niederen Menschenarten der Kultur zugänglich zu machen, sind bisher gescheitert; es ist unmöglich, da menschliche Bildung pflanzen zu wollen, wo der nöthige Boden dazu, die menschliche Gehirnvervollkommnung, noch fehlt. Noch keiner von jenen Stämmen ist durch die Kultur veredelt worden; sie gehen nur rascher dadurch zu Grunde. Sie haben sich kaum über jene tiefste Stufe des Uebergangs vom Menschenaffen zum Affenmenschen erhoben, welche die Stammeltern der höheren Menschenarten schon seit Jahrtausenden überschritten haben [44]).

Betrachten Sie nun auf der anderen Seite die höchsten Entwickelungsstufen des Seelenlebens bei den höheren Wirbelthieren, namentlich Vögeln und Säugethieren. Wenn Sie in herkömmlicher Weise als die drei Hauptgruppen der verschiedenen Seelenbewegungen das

Empfinden, Wollen und Denken unterscheiden, so finden Sie, daß in jeder dieser Beziehungen die höchst entwickelten Vögel und Säugethiere jenen niedersten Menschenformen sich an die Seite stellen, oder sie selbst entschieden überflügeln. Der Wille ist bei den höheren Thieren ebenso entschieden und stark, wie bei charaktervollen Menschen entwickelt. Hier wie dort ist er niemals eigentlich frei, sondern stets durch eine Kette von ursächlichen Vorstellungen bedingt (vergl. S. 212). Auch stufen sich die verschiedenen Grade des Willens, der Energie und der Leidenschaft bei den höheren Thieren ebenso mannichfaltig, als bei den Menschen ab. Die Empfindungen der höheren Thiere sind nicht weniger zart und warm, als die der Menschen. Die Treue und Anhänglichkeit des Hundes, die Mutterliebe der Löwin, die Gattenliebe und eheliche Treue der Tauben und der Inseparables ist sprichwörtlich, und wie vielen Menschen könnte sie zum Muster dienen! Wenn man hier die Tugenden als „Instinkte" zu bezeichnen pflegt, so verdienen sie beim Menschen ganz dieselbe Bezeichnung. Was endlich das Denken betrifft, dessen vergleichende Betrachtung zweifelsohne die meisten Schwierigkeiten bietet, so läßt sich doch schon aus der vergleichenden psychologischen Untersuchung, namentlich der kultivirten Hausthiere, so viel mit Sicherheit entnehmen, daß die Vorgänge des Denkens hier nach denselben Gesetzen, wie bei uns, erfolgen. Ueberall liegen Erfahrungen den Vorstellungen zu Grunde und vermitteln die Erkenntniß des Zusammenhangs zwischen Ursache und Wirkung. Ueberall ist es, wie beim Menschen, der Weg der Induction und Deduction, welcher zur Bildung der Schlüsse führt. Offenbar stehen in allen diesen Beziehungen die höchst entwickelten Thiere dem Menschen viel näher als den niederen Thieren, obgleich sie durch eine lange Kette von allmählichen Zwischenstufen auch mit den letzteren verbunden sind. In Wundts trefflichen Vorlesungen über die Menschen- und Thierseele [46]) finden Sie dafür eine Menge von Belegen.

Wenn Sie nun, nach beiden Richtungen hin vergleichend, die niedersten affenähnlichsten Menschen, die Australneger, Buschmänner, Andamanen u. s. w. einerseits mit diesen höchstentwickelten Thieren,

z. B. Affen, Hunden, Elephanten, andrerſeits mit den höchſtentwickelten Menſchen, einem Newton, Spinoza, Kant, Lamarck, Goethe zuſammenſtellen, ſo wird Ihnen die Behauptung nicht mehr übertrieben erſcheinen, daß das Seelenleben der höheren Säugethiere ſich ſtufenweiſe zu demjenigen des Menſchen entwickelt hat. Wenn Sie hier eine ſcharfe Grenze ziehen wollten, ſo müßten Sie dieſelbe geradezu zwiſchen den höchſtentwickelten Kulturmenſchen einerſeits und den roheſten Naturmenſchen andrerſeits ziehen, und letztere mit den Thieren vereinigen. Das iſt in der That der Standpunkt, welchen viele neuere Reiſende eingenommen haben, die jene niederſten Menſchenraſſen in ihrem Vaterlande andauernd beobachtet haben. So ſagt z. B. ein vielgereiſter Engländer, welcher längere Zeit an der afrikaniſchen Weſtküſte lebte: „den Neger halte ich für eine niedere Menſchenart (Species) und kann mich nicht entſchließen, als „Menſch und Bruder" auf ihn herabzuſchauen, man müßte denn auch den Gorilla in die Familie aufnehmen". Selbſt viele chriſtliche Miſſionäre, welche nach jahrelanger vergeblicher Arbeit von ihren fruchtloſen Civiliſationsbeſtrebungen bei den niederſten Völkern abſtanden, fällen daſſelbe harte Urtheil, und behaupten, daß man eher die bildungsfähigen Hausthiere, als dieſe unvernünftigen viehiſchen Menſchen zu einem geſitteten Kulturleben erziehen könne. Der tüchtige öſterreichiſche Miſſionär Morlang z. B., welcher ohne allen Erfolg viele Jahre hindurch die affenartigen Negerſtämme am oberen Nil zu civiliſiren ſuchte, ſagt ausdrücklich, „daß unter ſolchen Wilden jede Miſſion durchaus nutzlos ſei. Sie ſtänden weit unter den unvernünftigen Thieren; dieſe letzteren legten doch wenigſtens Zeichen der Zuneigung gegen Diejenigen an den Tag, die freundlich gegen ſie ſind; während jene viehiſchen Eingeborenen allen Gefühlen der Dankbarkeit völlig unzugänglich ſeien."

Wenn nun aus dieſen und vielen anderen Zeugniſſen zuverläſſig hervorgeht, daß die geiſtigen Unterſchiede zwiſchen den niederſten Menſchen und den höchſten Thieren geringer ſind, als diejenigen zwiſchen den niederſten und den höchſten Menſchen, und wenn Sie damit die Thatſache zuſammenhalten, daß bei jedem einzelnen Menſchenkinde ſich

das Geistesleben aus dem tiefsten Zustande thierischer Bewußtlosigkeit heraus langsam, stufenweise und allmählich entwickelt, sollen wir dann noch daran Anstoß nehmen, daß auch der Geist des ganzen Menschengeschlechts sich in gleicher Art langsam und stufenweise historisch entwickelt hat? Und sollen wir in dieser Thatsache, daß die Menschenseele durch einen langen und langsamen Proceß der Differenzirung und Vervollkommnung sich ganz allmählich aus der Wirbelthierseele hervorgebildet hat, eine „Entwürdigung" des menschlichen Geistes finden? Ich gestehe Ihnen offen, daß diese letztere Anschauung, welche gegenwärtig von vielen Menschen der Pithekoidentheorie entgegengehalten wird, mir ganz unbegreiflich ist. Sehr richtig sagt darüber Bernhard Cotta in seiner trefflichen Geologie der Gegenwart: „Unsere Vorfahren können uns sehr zur Ehre gereichen; viel besser noch aber ist es, wenn wir ihnen zur Ehre gereichen" [31]).

Unsere Entwickelungslehre erklärt den Ursprung des Menschen und den Lauf seiner historischen Entwickelung in der einzig natürlichen Weise. Wir erblicken in seiner stufenweise aufsteigenden Entwickelung aus den niederen Wirbelthieren den höchsten Triumph der Menschennatur über die gesammte übrige Natur. Wir sind stolz darauf, unsere niederen thierischen Vorfahren so unendlich weit überflügelt zu haben, und entnehmen daraus die tröstliche Gewißheit, daß auch in Zukunft das Menschengeschlecht im Großen und Ganzen die ruhmvolle Bahn fortschreitender Entwickelung verfolgen, und eine immer höhere Stufe geistiger Vollkommenheit erklimmen wird. In diesem Sinne betrachtet, eröffnet uns die Descendenztheorie in ihrer Anwendung auf den Menschen die ermuthigendste Aussicht in die Zukunft, und entkräftet alle jene ängstlichen Befürchtungen, welche man ihrer Verbreitung entgegen gehalten hat.

Schon jetzt läßt sich mit Bestimmtheit voraussehen, daß der vollständige Sieg unserer Entwickelungslehre unermeßlich reiche Früchte tragen wird, Früchte, die in der ganzen Kulturgeschichte der Menschheit ohne Gleichen sind. Die nächste und unmittelbarste Folge desselben, die gänzliche Reform der Biologie, wird nothwendig die

noch wichtigere und folgenreichere Reform der Anthropologie nach sich ziehen. Aus dieser neuen Menschenlehre wird sich eine neue Philosophie entwickeln, nicht gleich den meisten der bisherigen luftigen Systeme auf metaphysische Speculationen, sondern auf den realen Boden der vergleichenden Zoologie gegründet. Schon jetzt hat der geistvolle englische Philosoph Herbert Spencer[45]) dazu einen Anfang gemacht. Wie aber diese neue monistische Philosophie uns einerseits erst das wahre Verständniß der wirklichen Welt eröffnet, so wird sie anderseits in ihrer segensreichen Anwendung auf das praktische Menschenleben uns einen neuen Weg der moralischen Vervollkommnung eröffnen. Mit ihrer Hülfe werden wir endlich anfangen, uns aus dem traurigen Zustande socialer Barbarei emporzuarbeiten, in welchen wir, trotz der vielgerühmten Civilisation unseres Jahrhunderts, immer noch versunken sind. Denn leider ist nur zu wahr, was der berühmte Alfred Wallace in dieser Beziehung am Schlusse seines Reisewerks[36]) bemerkt: „Verglichen mit unsern erstaunlichen Fortschritten in den physikalischen Wissenschaften und in ihrer praktischen Anwendung bleibt unser System der Regierung, der administrativen Justiz, der Nationalerziehung, und unsere ganze sociale und moralische Organisation in einem Zustande der Barbarei".

Diese sociale und moralische Barbarei werden wir nimmermehr durch die gekünstelte und geschraubte Erziehung, durch den einseitigen und mangelhaften Unterricht, durch die innere Unwahrheit und den äußeren Aufputz unserer heutigen Civilisation überwinden. Vielmehr ist dazu vor allem eine vollständige und aufrichtige Umkehr zur Natur und zu natürlichen Verhältnissen nothwendig. Diese Umkehr wird aber erst möglich wenn der Mensch seine wahre „Stellung in der Natur" erkennt und begreift. Dann wird sich der Mensch, wie Fritz Ratzel[47]) treffend bemerkt, „nicht länger als eine Ausnahme von den Naturgesetzen betrachten, sondern wird endlich anfangen, das Gesetzmäßige in seinen eigenen Handlungen und Gedanken aufzusuchen, und streben, sein Leben den Naturgesetzen gemäß zu führen. Er wird dahin kommen, das Zusammenleben mit Seinesgleichen, d. h. die Fa-

milie und den Staat, nicht nach den Satzungen ferner Jahrhunderte, sondern nach den vernünftigen Principien einer naturgemäßen Erkenntniß einzurichten. Politik, Moral, Rechtsgrundsätze, welche jetzt noch aus allen möglichen Quellen gespeist werden, werden nur den Naturgesetzen entsprechend zu gestalten sein. Das menschenwürdige Dasein, von welchem seit Jahrtausenden gefabelt wird, wird endlich zur Wahrheit werden".

Die höchste Leistung des menschlichen Geistes ist die vollkommene Erkenntniß, das entwickelte Menschenbewußtsein, und die daraus entspringende sittliche Thatkraft. „Erkenne Dich selbst"! So riefen schon die Philosophen des Alterthums dem nach Veredelung strebenden Menschen zu. „Erkenne Dich selbst"! So ruft die Entwickelungslehre nicht allein dem einzelnen menschlichen Individuum, sondern der ganzen Menschheit zu. Und wie die fortschreitende Selbsterkenntniß für jeden einzelnen Menschen der mächtigste Hebel zur sittlichen Vervollkommnung wird, so wird auch die Menschheit als Ganzes durch die Erkenntniß ihres wahren Ursprungs und ihrer wirklichen Stellung in der Natur auf eine höhere Bahn der moralischen Vollendung geleitet werden. Die einfache Naturreligion, welche sich auf das klare Wissen von der Natur und ihren unerschöpflichen Offenbarungsschatz gründet, wird zukünftig in weit höherem Maaße veredelnd und vervollkommnend auf den Entwickelungsgang der Menschheit einwirken, als die mannichfaltigen Kirchenreligionen der verschiedenen Völker, welche auf dem blinden Glauben an die dunklen Geheimnisse einer Priesterkaste und ihre mythologischen Offenbarungen beruhen. Kommende Jahrhunderte werden unsere Zeit, welcher mit der wissenschaftlichen Begründung der Abstammungslehre der höchste Preis menschlicher Erkenntniß beschieden war, als den Zeitpunkt feiern, mit welchem ein neues segensreiches Zeitalter der menschlichen Entwickelung beginnt, charakterisirt durch den Sieg des freien erkennenden Geistes über die Gewaltherrschaft der Autorität, und durch den mächtig veredelnden Einfluß der monistischen Philosophie.

Verzeichniß

der im Texte mit Ziffern angeführten Schriften,

deren Studium dem Leser zu empfehlen ist.

---

1. Charles Darwin, On the Origin of Species by means of natural selection (or the preservation of favoured races in the struggle for life). London 1859. (V. Edition: 1869.) Ins Deutsche übersetzt von H. G. Bronn unter dem Titel: Charles Darwin, über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzen-Reich durch natürliche Züchtung, oder Erhaltung der vervollkommneten Rassen im Kampfe um's Dasein. Stuttgart 1860 (III. Auflage durchgesehen und berichtigt von Victor Carus: 1867).

2. Jean Lamarck, Philosophie zoologique, on Exposition des Considerations relatives à l'histoire naturelle des animaux; à la diversité de leur organisation et des facultés, qu'ils en obtiennent; aux causes physiques, qui maintiennent en eux la vie et donnent lieu aux mouvemens, qu'ils exécutent; enfin, à celles qui prodnisent, les unes le sentiment, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont douès. II Tomes. Paris 1809.

3. Wolfgang Goethe, Zur Morphologie: Bildung und Umbildung organischer Naturen. Die Metamorphose der Pflanzen (1790). Osteologie (1786). Vorträge über die drei ersten Capitel des Entwurfs einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie, ausgehend von der Osteologie (1786). Zur Naturwissenschaft im Allgemeinen (1780—1832).

4. Ernst Haeckel, Generelle Morphologie der Organismen: Allgemeine Grundzüge der organischen Formenwissenschaft, mechanisch begründet durch die von Charles Darwin reformirte Descendenztheorie. I. Band: Allgemeine Anatomie der Organismen oder Wissenschaft von den entwickelten organischen Formen. II. Band: Allgemeine Entwickelungsgeschichte der Organismen oder Wissenschaft von den entstehenden organischen Formen. Berlin 1866.

5. Louis Agassiz, An Essay on classification. Contribntions to the natural history of the united States. Boston. Vol. I. 1857.

6. August Schleicher, Die Darwin'sche Theorie und die Sprachwissenschaft. Weimar 1863.

7. M. J. Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik (die Botanik als inductive Wissenschaft). 2 Bände. Leipzig 1849.

8. Franz Unger, Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt. Wien 1852.

9. Victor Carus, System der thierischen Morphologie. Leipzig 1853.

10. Louis Büchner, Kraft und Stoff. Empirisch-naturphilosophische Studien in allgemein verständlicher Darstellung. Frankfurt 1855 (III. Auflage). 1867 (IX. Auflage).

11. Charles Lyell, Principles of Geology. London 1830. (X Edit. 1868.)

12. Albert Lange, Geschichte des Materialismus und Kritik seiner Bedeutung in der Gegenwart. Iserlohn 1866.

13. Charles Darwin, Naturwissenschaftliche Reisen. Deutsch von Ernst Dieffenbach. 2 Theile. Braunschweig 1844.

14. Charles Darwin, The variation of animals and plants under domestication. 2 Vol. London 1868. Ins Deutsche übersetzt von Victor Carus unter dem Titel: Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestikation. 2 Bde. Stuttgart 1868.

15. Ernst Haeckel, Monographie der Moneren. Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft. 1868. Bd. IV, S. 64, Taf. II und III.

16. Fritz Müller, Für Darwin. Leipzig 1864.

17. Thomas Huxley, Ueber unsere Kenntniß von den Ursachen der Erscheinungen in der organischen Natur. Sechs Vorlesungen für Laien. Uebersetzt von Carl Vogt. Braunschweig 1865.

18. H. G. Bronn, Morphologische Studien über die Gestaltungsgesetze der Naturkörper überhaupt, und der organischen insbesondere. Leipzig und Heidelberg 1858.

19. H. G. Bronn, Untersuchungen über die Entwickelungsgesetze der organischen Welt während der Bildungszeit unserer Erdoberfläche. Stuttgart 1858.

20. Carl Ernst Bär, Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion. 2 Bde. 1828.

21. Carl Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1859 (II. umgearbeitete Auflage 1870).

22. Immanuel Kant, Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newton'schen Grundsätzen abgehandelt. Königsberg 1755.

23. Ernst Haeckel, Die Radiolarien. Eine Monographie. Mit einem Atlas von 35 Kupfertafeln. Berlin 1862.

24. Max Schultze, Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Ein Beitrag zur Theorie der Zelle. Leipzig 1863.

25. Ernst Haeckel, Ueber den Sarkodekörper der Rhizopoden. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Leipzig 1865. Bd. XV, S. 342, Taf. XXXVI.

26. Thomas Huxley, Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur. Drei Abhandlungen: Ueber die Naturgeschichte der menschenähnlichen Affen. Ueber die Beziehungen des Menschen zu den nächstniederen Thieren. Ueber einige fossile menschliche Ueberreste. Uebersetzt von Victor Carus. Braunschweig 1863.

27. Carl Vogt, Vorlesungen über den Menschen, seine Stellung in der Schöpfung und in der Geschichte der Erde. 2 Bde. Gießen 1863.

28. Friedrich Rolle, Der Mensch, seine Abstammung und Gesittung im Lichte der Darwin'schen Lehre von der Art-Entstehung und auf Grund der neueren geologischen Entdeckungen dargestellt. Frankfurt a./M. 1866.

29. Eduard Reich, Die allgemeine Naturlehre des Menschen. Gießen 1865.

30. Charles Lyell, Das Alter des Menschengeschlechts auf der Erde und der Ursprung der Arten durch Abänderung, nebst einer Beschreibung der Eiszeit in Europa und Amerika. Uebersetzt mit Zusätzen von Louis Büchner. Leipzig 1864.

31. Bernhard Cotta, Die Geologie der Gegenwart. Leipzig 1866.

32. H. Schaaffhausen, Ueber den Zustand der wilden Völker. Archiv für Anthropologie von Ecker und Lindenschmitt. 1866. 1. Bd., S. 161.

33. C. Radenhausen, Isis. Der Mensch und die Welt. 4 Bände. Hamburg 1863.

34. August Schleicher, Ueber die Bedeutung der Sprache für die Naturgeschichte des Menschen. Weimar 1865.

35. Wilhelm Bleek, Ueber den Ursprung der Sprache. Herausgegeben mit einem Vorwort von Ernst Haeckel. Weimar 1868.

36. Alfred Russel Wallace, der malayische Archipel. Deutsch von A. B. Meyer. 2 Bde. Braunschweig 1869.

37. Ernst Haeckel, Ueber Arbeitstheilung in Natur- und Menschenleben. Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge, herausgegeben von Virchow und Holtzendorff. IV. Serie. 1869. Heft 78.

38. Helmholtz, Ueber die Wechselwirkung der Naturkräfte. Ein populärwissenschaftlicher Vortrag. Königsberg 1854.

39. Alexander Humboldt, Ansichten der Natur. Stuttgart 1826.

40. Moritz Wagner, Die Darwinsche Theorie und das Migrationsgesetz der Organismen. Leipzig 1868.

41. Rudolf Virchow, Vier Reden über Leben und Kranksein. Berlin 1862.

42. Friedrich Müller, Ethnographie (Reise der österreichischen Fregatte Novara. Anthropologischer Theil. III. Abtheilung). Wien 1868.

43. Ludwig Büchner, Die Stellung des Menschen in der Natur, in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Leipzig 1870.

44. John Lubbock, Prehistoric Times. London 1867.

45. Herbert Spencer, A System of Philosophy (1. First Principles. 2. Principles of Biology. 3. Principles of Psychology etc.). London 1867. II. Edition.

46. Wilhelm Wundt, Vorlesungen über die Menschen- und Thierseele. Leipzig 1863.

47. Fritz Ratzel, Sein und Werden der organischen Welt. Eine populäre Schöpfungsgeschichte. Leipzig 1869.

48. Ernst Haeckel, Ueber die Entstehung und den Stammbaum des Menschengeschlechts. Zwei Vorträge in der Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge, herausgegeben von Virchow und Holtzendorff. Berlin 1868. (II. Auflage, 1870.)

Anhang.

Erklärung der Tafeln.

Taf. I (Titelkupfer).

Gruppe von Pflanzenthieren (Zoophyten oder Coelenteraten) im Mittelmeere. Das Titelbild zeigt in der oberen Hälfte einen Schwarm von schwimmenden Medusen und Ctenophoren, in der unteren Hälfte einige Büsche von Korallen und Hydroidpolypen, auf dem Boden des Meeres festgewachsen (vergl. das System der Pflanzenthiere, S. 452, und gegenüber den Stammbaum derselben, S. 453). Unter den festsitzenden Pflanzenthieren auf dem Meeresboden tritt rechts unten ein großer Korallenstock hervor (1), welcher der rothen Edelkoralle (Eucorallium) nahe verwandt ist und gleich dieser zur Gruppe der achtzähligen Rindenkorallen (Octocoralla Gorgonida) gehört; die einzelnen Individuen (oder Personen) des verzweigten Stockes haben die Form eines achtstrahligen Sterns, gebildet aus acht Fangarmen, die den Mund umgeben (Octocorallen, S. 455). Unmittelbar darunter und davor sitzt (ganz rechts unten) ein kleiner Busch von Hydroidpolypen (2) aus der Gruppe der Glockenpolypen oder Campanularien (S. 456). Ein größerer Stock von Hydroidpolypen (3), aus der Gruppe der Röhrenpolypen oder Tubularien erhebt sich mit seinen langen dünnen Zweigen links gegenüber. An seiner Basis breitet sich ein Stock von Kieselschwämmen (Halichondria) aus (4), mit stumpfen fingerförmigen Aesten (S. 454). Dahinter sitzt, links unten (5), eine sehr große Seerose (Actinia), eine einzelne Person aus der Abtheilung der sechszähligen Korallen (Hexacoralla, S. 455). Ihr niedriger cylindrischer Körper trägt eine Krone von sehr zahlreichen und großen, blattförmigen Fangarmen. Unten in der Mitte des Bodens (6) sitzt eine Seeanemone (Cereanthus), aus der Gruppe der vierzähligen Korallen (Tetracoralla). Endlich erhebt sich auf einem kleinen Hügel des Meeresbodens, rechts oberhalb der Koralle (1) ein Kelchpolyp (Lucernaria), als Repräsentant der Haftquallen

(Podactinarien oder Calycozoen, S. 452). Sein becherförmiger geſtielter Körper (7) trägt am Rande acht kugelige Büſchel von kleinen, geknöpften Fangarmen.

Unter den ſchwimmenden Pflanzenthieren, welche die obere Hälfte des Titelbildes einnehmen, ſind vorzüglich die Hydromeduſen wegen ihres Generationswechſels bemerkenswerth (vergl. S. 185). Unmittelbar über der Lucernaria (7) ſchwimmt eine kleine Tiara-Qualle (Oceania), deren glockenförmiger Körper einen kuppelartigen Aufſatz von der Form einer päpſtlichen Tiara trägt (8). Von der Glockenmündung hängt unten ein Kranz von ſehr feinen und langen Fangfäden herab. Dieſe Oceanie ſtammt ab von Röhrenpolypen, welche der links unten ſitzenden Tubularia (3) gleichen. Links neben dieſer letzteren ſchwimmt eine große, aber ſehr zarte Haarqualle (Aequorea). Ihr ſcheibenförmiger, flach gewölbter Körper zieht ſich eben zuſammen und preßt Waſſer aus der unten befindlichen Schirmhöhle aus (9). Die ſehr zahlreichen, langen und feinen, haarähnlichen Fangfäden, welche vom Rande des Schirms herabhängen, werden durch das ausgeſtoßene Waſſer in einen kegelförmigen Buſch zuſammengedrängt, der ſich ungefähr in der Mitte kragenartig nach oben umbiegt und faltet. Oben in der Mitte der Schirmhöhle hängt der Magen herab, deſſen Mundöffnung von vier Mundlappen umgeben iſt. Dieſe Aequorea ſtammt von einem kleinen Glockenpolypen ab, welcher der Campanularia (2) gleicht. Von einem ähnlichen Glockenpolypen ſtammt auch die kleine, flach gewölbte Mützenqualle (Eucope) ab, welche oben in der Mitte ſchwimmt (10). In dieſen drei Fällen (8, 9, 10), wie bei der Mehrzahl der Hydromeduſen, beſteht der Generationswechſel darin, daß die frei ſchwimmenden Meduſen (8, 9, 10) durch Knospenbildung (alſo durch ungeſchlechtliche Zeugung, S. 172), aus feſtſitzenden Hydroidpolypen (2, 3) entſtehen. Dieſe letzteren aber entſtehen aus den befruchteten Eiern der Meduſen (alſo durch geſchlechtliche Zeugung, S. 175). Es wechſelt mithin regelmäßig die ungeſchlechtliche, feſtſitzende Polypen-Generation (I, III, V u. ſ. w.) mit der geſchlechtlichen, frei ſchwimmenden Meduſen-Generation ab (II, IV, VI u. ſ. w.). Auch dieſer Generationswechſel iſt nur durch die Deſcendenztheorie erklärbar.

Daſſelbe gilt auch von einer nahe verwandten, aber noch auffallenderen Form der Fortpflanzung, welche ich 1864 bei Nizza an den Rüſſelqualle (Geryonida) entdeckt und Alloeogonie oder Alloeogeneſis genannt habe. Hier ſtammen nämlich zwei ganz verſchiedene Meduſenformen von einander ab, welche auf dem Titelbild in Fig. 11 und 12 abgebildet ſind. Die größere und höher entwickelte Generation (11), Geryonia oder Carmarina, iſt ſechszählig, mit 6 blattförmigen Geſchlechtsorganen und 6 langen, ſehr beweglichen Randfäden verſehen. Aus der Mitte ihres glockenförmigen Schirms hängt (wie der Klöppel der Glocke) ein langer Rüſſel frei herab, an deſſen Ende ſich Magen und Mundöffnung befindet. In der Magenhöhle ſitzt ein langer, zungenförmiger Knospen-

zapfen (der im Titelbilde, 11, wie eine Zunge nach links aus dem Munde vorgestreckt ist). Auf dieser Zunge knospen an der geschlechtsreifen Geryonia eine Menge von kleinen Medusen hervor. Diese sind aber keine Geryonien, sondern gehören einer ganz anderen und sehr verschiedenen Medusenform an, nämlich der Gattung Cunina, aus der Familie der Aeginiden. Diese Cunina (12) ist ganz anders gebaut; sie hat einen flach halbkugeligen Schirm ohne Rüssel, ist in der Jugend achtzählig, später sechzehnzählig, hat 16 taschenförmige Geschlechtsorgane und 16 kurze, starre, steif gekrümmte Randfäden. Das Nähere über diese wunderbare Allöogenesis ist in meinen „Beiträgen zur Naturgeschichte der Hydromedusen" (Leipzig, Engelmann, 1865) nachzusehen, deren erstes Heft eine Monographie der Rüsselquallen oder Geryoniden mit sechs Kupfertafeln enthält.

Noch interessanter und lehrreicher, als diese merkwürdigen Verhältnisse, sind die Lebenserscheinungen der Siphonophoren, deren wunderbaren Polymorphismus ich schon mehrmals erwähnt und in meinem Vortrage über „Arbeitstheilung in Natur und Menschenleben" [37]) gemeinverständlich dargestellt habe (vergl. S. 241 und 456). Als ein Beispiel derselben ist im Titelbilde die schöne Physophora (13) abgebildet. Dieser schwimmende Hydromedusenstock wird an der Oberfläche des Meeres schwebend erhalten durch eine kleine, mit Luft gefüllte Schwimmblase, welche in der Abbildung über den Wasserspiegel vorragt. Unterhalb derselben ist eine Säule von vier Paar Schwimmglocken sichtbar, welche Wasser ausstoßen und dadurch die ganze Kolonie fortbewegen. Am unteren Ende dieser Schwimmglockensäule sitzt ein kronenförmiger Kranz von gekrümmten spindelförmigen Tastpolypen, welche zugleich die Deckstücke bilden, unter deren Schutze die übrigen Individuen des Stockes (fressende, fangende und zeugende Personen) versteckt sind. Die Ontogenie der Siphonophoren (und namentlich auch dieser Physophora) habe ich zuerst 1866 auf der canarischen Insel Lanzerote beobachtet und in meiner „Entwickelungsgeschichte der Siphonophoren" beschrieben und durch 14 Tafeln Abbildungen erläutert (Utrecht, 1869). Sie ist reich an interessanten Thatsachen, die sich nur durch die Descendenztheorie erklären lassen.

Ebenfalls nur durch die Abstammungslehre zu verstehen ist der merkwürdige Generationswechsel der höheren Medusen, der Scheibenquallen (Discomedusae, S. 452), als deren Repräsentant oben in der Mitte des Titelblattes (etwas zurücktretend) eine Pelagia abgebildet ist (14). Aus dem Grunde des stark gewölbten glockenförmigen Schirmes, dessen Rand zierlich gezackt ist, hängen vier sehr lange und starke Arme herab. Die ungeschlechtlichen Polypen, von denen diese Scheibenquallen abstammen, sind höchst einfache Urpolypen, von dem gewöhnlichen Süßwasserpolypen (Hydra) nur wenig verschieden. Auch den Generationswechsel dieser Discomedusen habe ich in meinem Vortrage über Arbeitstheilung [37]) beschrieben und durch das Beispiel der Aurelia erläutert.

Endlich ist auch die letzte Klasse der Pflanzenthiere, die Gruppe der Kammquallen (Ctenophora, S. 456) auf dem Titelblatte durch zwei Repräsentanten vertreten. Links in der Mitte, zwischen der Aequorea (9), der Physophora (13) und der Cunina (12) windet sich schlangenartig ein breites, langes und dünnes Band, wie ein Gürtel (15). Das ist der herrliche große Vennsgürtel des Mittelmeeres (Cestum), der in allen Regenbogenfarben schillert. Der eigentliche, in der Mitte des langen Bandes gelegene Körper des Thiers ist nur sehr klein, und ebenso gebaut, wie die Melonenqualle (Cydippe), welche links oben schwebt (16). An dieser sind die acht charakteristischen Wimperrippen oder Flimmerkämme der Ctenophoren sichtbar, sowie zwei lange Fangfäden, welche nach rechts hinüberreichen und mit feineren Fäden besetzt sind.

Taf. II und III (zwischen S. 272 und 273).

Keime oder Embryen von vier verschiedenen Wirbelthieren, nämlich Schildkröte (A und E), Huhn (B und F), Hund (C und G), Mensch (D und H). Fig. A—D stellt ein früheres, Fig. E—H ein späteres Stadium der Entwickelung dar. Alle acht Embryen sind von der rechten Seite gesehen, den gewölbten Rücken nach links gewendet. Fig. A und B sind siebenmal, Fig. C und D fünfmal, Fig. E—H viermal vergrößert. Taf. II erläutert die ganz nahe Blutsverwandtschaft der Reptilien und Vögel, Taf. III dagegen diejenige des Menschen und der übrigen Säugethiere.

Taf. IV (zwischen S. 432 und 433).

Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Pflanzenreichs, darstellend die Hypothese von der gemeinsamen Abstammung aller Pflanzen, und die geschichtliche Entwickelung der Pflanzengruppen während der paläontologischen Perioden der Erdgeschichte. Durch die horizontalen Linien sind die verschiedenen (auf S. 344 angeführten) kleineren und größeren Perioden der organischen Erdgeschichte angedeutet, während deren sich die versteinerungsführenden Erdschichten ablagerten. Durch die vertikalen Linien sind die verschiedenen Hauptklassen und Klassen des Pflanzenreichs von einander getrennt. Die baumförmig verzweigten Linien geben durch ihre größere oder geringere Zahl und Dichtigkeit ungefähr den größeren oder geringeren Grad der Entwickelung, der Sonderung und Vervollkommnung an, den jede Klasse in jeder geologischen Periode vermuthlich erreicht hatte (vergl. S. 404 und 405).

Taf. V (zwischen S. 440 und 441).

Einstämmiger oder monophyletischer Stammbaum des Thierreichs, darstellend das geschichtliche Wachsthum der sechs Thierstämme in den

paläontologiſchen Perioden der organiſchen Erdgeſchichte. Durch die horizontalen Linien g h, i k, l m und n o ſind die fünf großen Zeitalter der organiſchen Erdgeſchichte von einander getrennt. Das Feld g a b h umfaßt den archolithiſchen, das Feld i g h k den paläolithiſchen, das Feld l i k m den meſolithiſchen und das Feld n l m o den cenolithiſchen Zeitraum. Der kurze anthropolithiſche Zeitraum iſt durch die Linie n o angedeutet (vergl. S. 344). Die Höhe der einzelnen Felder entſpricht der relativen Länge der dadurch bezeichneten Zeiträume, wie ſie ſich ungefähr aus dem Dickenverhältniß der inzwiſchen abgelagerten neptuniſchen Schichten abſchätzen läßt (vergl. S. 352). Der archolithiſche oder primordiale Zeitraum allein für ſich, während deſſen die laurentiſchen, cambriſchen und ſiluriſchen Schichten abgelagert wurden, war vermuthlich bedeutend länger, als die vier folgenden Zeiträume zuſammengenommen (vergl. S. 341, 350). Aller Wahrſcheinlichkeit nach erreichten die beiden Stämme der Würmer und Pflanzenthiere ihre Blüthezeit ſchon während der mittleren Primordialzeit (in der cambriſchen Periode?), die Sternthiere und Weichthiere vielleicht etwas ſpäter (in der ſiluriſchen Periode?), während die Gliederthiere und Wirbelthiere bis zur Gegenwart an Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit zunehmen.

Taf. VI und VII (zwiſchen S. 482 und 483).

Entwickelungsgeſchichte der Sternthiere (Echinodermen oder Astroden). Die beiden Tafeln erläutern den Generationswechſel derſelben (S. 482) an einem Beiſpiele aus jeder der vier Klaſſen von Sternthieren. Die Seeſterne (Asterida) ſind durch Uraster (A), die Seelilien (Crinoida) durch Comatula (B), die Seeigel (Echinida) durch Echinus (C) und endlich die Seegurken (Holothuriae) durch Synapta (D) vertreten (vergl. S. 480 und 481). Die auf einander folgenden Stadien der Entwickelung ſind durch die Ziffern 1—6 bezeichnet.

Taf. VI ſtellt die individuelle Entwickelung der erſten, ungeſchlechtlichen Generation der Sternthiere dar oder der Ammen (gewöhnlich unrichtig Larven genannt). Dieſe Ammen haben den Formwerth einer einfachen, ungegliederten Wurmperſon. Fig. 1 zeigt das Ei der vier Sternthiere, das in allen weſentlichen Beziehungen mit dem Ei des Menſchen und der anderen Thiere übereinſtimmt (vergl. S. 265, Fig. 5). Wie beim Menſchen iſt das Protoplasma der Eizelle (der Dotter) von einer dicken, ſtructurloſen Membran (Zona pellucida) umſchloſſen, und enthält einen glashellen, kugeligen Zellenkern (Nucleus), der einen Nucleolus umſchließt. Aus dem befruchteten Ei der Sternthiere (Fig. 1) entwickelt ſich zunächſt durch wiederholte Zellentheilung ein kugeliger Haufen von gleichartigen Zellen (Fig. 6, S. 266), und dieſer verwandelt ſich in eine ſehr einfache Amme, welche ungefähr die Geſtalt eines einfachen Holzpantoffels hat (Fig. A 2—D 2). Der Rand der Pantoffelöffnung iſt von einer flimmernden Wimperſchnur umſäumt, durch deren

Wimperbewegung die mikroſkopiſch kleine, durchſichtige Amme im Meere frei umherſchwimmt. Dieſe Wimperſchnur iſt in Fig. 2—4 auf Taf. VI durch den ſchmalen, abwechſelnd hell und dunkel geſtreiften Saum angedeutet. Die Amme bildet ſich nun zunächſt einen ganz einfachen Darmkanal zur Ernährung, mit Mund (o), Magen (m) und After (a). Späterhin werden die Windungen der Wimperſchnur complicirter und es entſtehen armartige Fortſätze (Fig. A 3—D 3). Bei den Seeſternen (A 4) und den Seeigeln (C 4) werden dieſe armartigen, von der Wimperſchnur umſäumten Fortſätze ſpäterhin ſehr lang. Bei den Seelilien dagegen (B 3) und den Seewalzen (D 4) verwandelt ſich ſtatt deſſen die geſchloſſene, anfangs in ſich ſelbſt ringförmig zurücklaufende Wimperſchnur in eine Reihe von (4—5) hinter einander gelegenen, getrennten Wimpergürteln.

Im Inneren dieſer ſonderbaren Amme nun entwickelt ſich durch einen ungeſchlechtlichen Zeugungsprozeß, nämlich durch innere Knospenbildung oder Keimknospenbildung (rings um den Magen herum), die zweite Generation der Sternthiere, welche ſpäterhin geſchlechtsreif wird. Dieſe zweite Generation, welche in entwickeltem Zuſtande auf Taf. VII abgebildet iſt, entſteht urſprünglich als ein Stock (Cormus) von fünf, ſternförmig mit einem Ende verbundenen Würmern, wie am klarſten bei den Seeſternen, der älteſten und urſprünglichſten Form der Sternthiere, zu erkennen iſt. Die zweite Generation eignet ſich von der erſten, auf deren Koſten ſie wächſt, nur den Magen und einen kleinen Theil der übrigen Organe an, während Mund nnd After neu ſich bilden. Die Wimperſchnur und der Reſt des Ammenkörpers gehen ſpäterhin verloren. Anfänglich iſt die zweite Generation (A 5—D 5) kleiner oder nicht viel größer als die Amme, während ſie ſpäterhin durch Wachsthum mehr als hundertmal oder ſelbſt tauſendmal größer wird. Wenn man die Ontogenie der typiſchen Repräſentanten der vier Sternthier-Klaſſen mit einander vergleicht, ſo wird man leicht gewahr, daß ſich die urſprüngliche Art der Entwickelung bei den Seeſternen (A) und Seeigeln (C) am beſten durch Vererbung conſervirt hat, während ſie dagegen bei den Seelilien (B) und Seegurken (D) nach dem Geſetze der abgekürzten Vererbung (S. 190) ſtark zuſammengezogen worden iſt.

Taf. VII zeigt die entwickelten und geſchlechtsreifen Thiere der zweiten Generation von der Mundſeite, welche in natürlicher Stellung der Sternthiere (wenn ſie auf dem Meeresboden kriechen) bei den Seeſternen (A 6) und Seeigeln (C 6) nach unten, bei den Seelilien (B 6) nach oben, und bei den Seegurken (D 6) nach vorn gerichtet iſt. In der Mitte gewahrt man bei allen vier Sternthieren die ſternförmige, fünfſtrahlige Mundöffnung. Bei den Seeſternen (A 6) geht von deren Ecken eine mehfache Reihe von Saugfüßchen in der Mitte der Unterſeite jedes Armes bis zur Spitze hin. Bei den Seelilien (B 6) iſt jeder Arm von der Baſis an geſpalten und gefiedert. Bei den Seeigeln (C 6) ſind die fünf Reihen der Saugfüßchen durch

breitere Felder von Stacheln getrennt. Bei den Seegurken endlich (D 6) ſind äußerlich an dem ſcheinbar wurmähnlichen Körper bald die fünf Füßchenreihen, bald nur die den Mund umgebenden 5—15 (hier 10) gefiederten Mundarme ſichtbar.

Taf. VIII und IX (zwiſchen S. 486 und 487).

Entwickelungsgeſchichte der Krebsthiere (Crustacea). Die beiden Tafeln erläutern die Entwickelung der verſchiedenen Cruſtaceen aus der gemeinſamen Stammform des Nauplius. Auf Taf. IX ſind ſechs Krebsthiere aus ſechs verſchiedenen Ordnungen in vollkommen entwickeltem Zuſtande dargeſtellt, während auf Taf. VIII die naupliusartigen Jugendformen derſelben abgebildet ſind. Aus der weſentlichen Uebereinſtimmung dieſer letzteren läßt ſich mit voller Sicherheit auf Grund des biogenetiſchen Grundgeſetzes (S. 361) die Abſtammung aller verſchiedenen Cruſtaceen von einer einzigen gemeinſamen Stammform, einem längſt ausgeſtorbenen Nauplius behaupten, wie zuerſt Fritz Müller[16]) in ſeiner vorzüglichen Schrift „Für Darwin" gethan hat.

Taf. VIII zeigt die Nauplius-Jugendformen von der Bauchſeite, ſo daß die drei Beinpaare deutlich hervortreten, welche an dem kurzen dreigliederigen Rumpfe anſitzen. Das erſte von dieſen Beinpaaren iſt einfach und ungeſpalten, während das zweite und dritte Beinpaar gabelſpaltig ſind. Alle drei Paare ſind mit ſteifen Borſten beſetzt, welche bei der Ruderbewegung der Beine als Schwimmwerkzeuge dienen. In der Mitte des Körpers iſt der ganz einfache, gerade Darmkanal ſichtbar, welcher vorn einen Mund, hinten eine Afteröffnung beſitzt. Vorn über dem Munde ſitzt ein einfaches unpaares Auge. In allen dieſen weſentlichen Eigenſchaften der Organiſation ſtimmen die ſechs Nauplius-Formen ganz überein, während die ſechs zugehörigen ausgebildeten Krebsformen (Taf. IX) äußerſt verſchiedenartig organiſirt ſind. Die Unterſchiede der ſechs Nauplius-Formen beſchränken ſich auf ganz untergeordnete und unweſentliche Verhältniſſe in der Körpergröße und der Bildung der Hautdecke. Wenn man dieſelben in geſchlechtsreifem Zuſtande in dieſer Form im Meere antreffen würde, ſo würde kein Zoologe Anſtoß daran nehmen, ſie als ſechs verſchiedene Species eines Genus zu betrachten (vergl. S. 487).

Taf. IX ſtellt die ausgebildeten und geſchlechtsreifen Krebsformen, die ſich aus jenen ſechs Nauplius-Arten ontogenetiſch (— und alſo auch phylogenetiſch! —) entwickelt haben, von der rechten Seite geſehen dar. Fig. Ac zeigt einen frei ſchwimmenden Süßwaſſerkrebs (Limnetis brachyurus) aus der Ordnung der Blattfüßer (Phyllopoda) ſchwach vergrößert. Unter allen jetzt noch lebenden Cruſtaceen ſteht dieſe Ordnung, welche zur Legion der Kiemenfüßer (Branchiopoda) gehört, der urſprünglichen gemeinſamen Stammform des Nauplius am nächſten. Die Limnetis iſt in eine zweiklappige Schale (wie eine Muſchel) eingeſchloſſen. In

unſerer Figur (welche nach Grube copirt iſt), ſieht man den Körper eines weiblichen Thieres in der linken Schale liegend; die rechte Schalenhälfte iſt ganz weggenommen. Vorn hinter dem Auge ſieht man die zwei Fühlhörner (Antennen) und dahinter die zwölf blattartigen Füße der rechten Körperſeite, hinten auf dem Rücken (unter der Schale) die Eier. Vorn oben iſt das Thier mit der Schale verwachſen.

Fig. Bc ſtellt einen gemeinen, frei ſchwimmenden Süßwaſſerkrebs (Cyclops quadricornis) aus der Ordnung der Ruderkrebſe (Eucopepoda) ſtark vergrößert dar. Vorn unter dem Auge ſieht man die beiden Fühlhörner der rechten Seite, von denen das vordere viel länger als das hintere iſt. Dahinter folgen die Kiefer, und dann die vier Ruderbeine der rechten Seite, welche gabelſpaltig ſind. Hinter dieſen ſind die beiden großen Eierſäcke ſichtbar, welche hier am Grunde des Hinterleibes anſitzen.

Fig. Cc iſt ein ſchmarotzender Ruderkrebs (Lernaeocera esocina) aus der Ordnung der Fiſchläuſe (Siphonostoma). Dieſe ſonderbaren Krebſe, welche man früher für Würmer hielt, ſind durch Anpaſſung an das Schmarotzerleben aus den frei ſchwimmenden Ruderkrebſen (Eucopepoda) entſtanden und gehören mit ihnen zu derſelben Legion (Copepoda, S. 488). Indem ſie ſich an die Kiemen oder die Haut von Fiſchen, oder an andern Krebſen feſtſetzten und von deren Körperſaft ernährten, büßten ſie ihre Augen, Beine und andere Organe ein, und wuchſen zu unförmlichen ungegliederten Säcken aus, in denen man bei äußerer Betrachtung kaum noch ein Thier vermuthet. Nur die letzten Ueberbleibſel der faſt ganz verloren gegangenen Beine erhalten ſich noch auf der Bauchſeite in Form von kurzen ſpitzen Borſten. Zwei von dieſen vier rudimentären Beinpaaren (das dritte und vierte) ſind in unſerer Figur (rechts) ſichtbar. Oben am Kopf ſieht man dicke, unförmliche Anhänge, von denen die unteren geſpalten ſind. In der Mitte des Körpers ſieht man den Darmkanal durchſchimmern, der von einer dunkeln Fetthülle umgeben iſt. Neben ſeinem hinteren Ende ſieht man den Eileiter und die Kittdrüſen des weiblichen Geſchlechtsapparats. Aeußerlich hängen die beiden großen Eierſäcke (wie bei Cyclops, Fig. B). Unſere Lernaeocera iſt halb vom Rücken, halb von der rechten Seite geſehen, ſchwach vergrößert, und copirt nach Claus, der ſich durch zahlreiche treffliche Arbeiten über die Cruſtaceen ꝛc. um die Deſcendenztheorie wohl verdient gemacht hat. (Vergl. Claus, Die Copepoden-Fauna von Nizza. Ein Beitrag zur Charakteriſtik der Formen und deren Abänderungen „im Sinne Darwins" Marburg 1866.

Fig. Dc zeigt eine feſtſitzende ſogenannte „Entenmuſchel" (Lepas anatifera), aus der Ordnung der Rankenkrebſe (Cirripodia). Dieſe Krebſe, über welche Darwin eine höchſt ſorgfältige Monographie geliefert hat, ſind in eine zweiklappige Kalkſchale, gleich den Muſcheln, eingeſchloſſen, und wurden daher früher all-

gemein (ſogar noch von Cuvier) für muſchelartige Weichthiere oder Mollusken gehalten. Erſt durch die Kenntniß ihrer Ontogenie und ihrer Nauplius-Jugendform (Dn, Taf. VIII) wurde ihre Cruſtaceen-Natur feſtgeſtellt. Unſere Figur zeigt eine „Entenmuſchel" in natürlicher Größe, von der rechten Seite. Die rechte Hälfte der zweiklappigen Schale iſt entfernt, ſo daß man den Körper in der linken Schalenhälfte liegen ſieht. Von dem rudimentären Kopfe der Lepas geht ein langer fleiſchiger Stiel aus (in unſerer Figur nach oben gekrümmt), mittelſt deſſen der Rankenkrebs an Felſen, Schiffen u. ſ. w. feſtgewachſen iſt. Auf der Bauchſeite ſitzen ſechs Fußpaare. Jeder Fuß iſt gabelig in zwei lange, mit Borſten beſetzte, gekrümmte oder aufgerollte „Ranken" geſpalten. Oberhalb des letzten Fußpaares ragt nach hinten der dünne, cylindriſche Schwanz vor.

Fig. Ec ſtellt einen ſchmarotzenden Sackkrebs (Sacculina purpurea) aus der Ordnung der Wurzelkrebſe (Rhizocephala) dar. Dieſe Paraſiten haben ſich durch Anpaſſung an das Schmarotzerleben in ähnlicher Weiſe aus den Rankenkrebſen (Fig. Dc) entwickelt, wie die Fiſchläuſe (Cc) aus den frei ſchwimmenden Ruderkrebſen (Bc). Jedoch iſt die Verkümmerung durch die ſchmarotzende Lebensweiſe und die dadurch bedingte Rückbildung aller Organe hier noch viel weiter gegangen, als bei den meiſten Fiſchläuſen. Aus dem gegliederten, mit Beinen, Darm und Auge verſehenen Krebſe, der in ſeiner Jugend als Nauplius (En, Taf. VIII) munter umherſchwamm, iſt ein unförmlicher ungegliederter Sack, eine rothe Wurſt geworden, welche nur noch Geſchlechtsorgane (Eier und Sperma) und ein Darmrudiment enthält. Die Beine und das Auge ſind völlig verloren gegangen. Am hinteren Ende iſt die Geſchlechtsöffnung (die Mündung der Bruthöhle). Aus dem Munde aber iſt ein dichtes Büſchel von zahlreichen, baumförmig verzweigten Wurzelfaſern hervorgewachſen. Dieſe breiten ſich (wie die Wurzeln einer Pflanze im Erdboden) in dem weichen Hinterleibe des Einſiedlerkrebſes (Pagurus) aus, an dem der Wurzelkrebs ſchmarotzend feſtſitzt, und aus welchem er ſeine Nahrung ſaugt. Unſere Fig. (Ec), eine Copie nach Fritz Müller, iſt ſchwach vergrößert und zeigt den ganzen wurſtförmigen Sackkrebs mit allen Wurzelfaſern, die aus dem Leibe des Wohnthieres herausgezogen ſind.

Fig. Fc iſt eine Garneele (Peneus Mülleri), aus der Ordnung der Zehnfüßer (Decapoda), zu welcher auch unſer Flußkrebs und ſein nächſter Verwandter, der Hummer, ſowie die kurzſchwänzigen Krabben gehören. Dieſe Ordnung enthält die größten und gaſtronomiſch wichtigſten Krebſe, und gehört ſammt den Maulfüßern und Spaltfüßern zur Legion der ſtieläugigen Panzerkrebſe (Podophthalma). Unſere Garneele zeigt, ebenſo wie unſer Flußkrebs, auf jeder Seite unterhalb des Auges vorn zwei lange Fühlhörner (das erſte viel kürzer wie das zweite), dann drei Kiefer und drei Kieferfüße, dann fünf ſehr lange Beinpaare (von denen bei Peneus die drei vorderen mit Scheeren verſehen und das dritte das längſte iſt),

Endlich ſitzen an den 5 erſten Gliedern des Hinterleibes noch 5 Paar Afterfüße. Auch dieſe Garneele, welche zu den höchſt entwickelten und vollkommenſten Krebſen gehört, entſteht nach Fritz Müller's wichtiger Entdeckung aus einem Nauplius (Fn, Taf. VIII), und beweiſt ſomit, daß auch die höheren Cruſtaceen ſich aus derſelben Nauplius-Form, wie die niederen entwickelt haben (vergl. S. 487).

Taf. X und XI (zwiſchen S. 510 und 511).

Die Blutsverwandtſchaft der Wirbelthiere und der Wirbelloſen (vergl. S. 466 und 510). Dieſe wird definitiv begründet durch Kowalewski's wichtige, von Kupffer beſtätigte Entdeckung, daß die Ontogenie des niederſten Wirbelthieres, des Lanzetthieres oder Amphioxus, in ihren weſentlichen Grundzügen völlig übereinſtimmt mit derjenigen der wirbelloſen Seeſcheiden oder Ascidien, aus der Klaſſe der Mantelthiere oder Tunicaten. Auf unſern beiden Tafeln iſt die Ascidie mit A, der Amphioxus mit B bezeichnet. Taf. XI ſtellt dieſe beiden ſehr verſchiedenen Thierformen völlig entwickelt dar, und zwar von der linken Seite geſehen, das Mundende nach oben, das entgegengeſetzte Ende nach unten gerichtet. Daher iſt in beiden Figuren die Rückenſeite nach rechts, die Bauchſeite nach links gerichtet. Beide Figuren ſind ſchwach vergrößert, und die innere Organiſation der Thiere iſt durch die durchſichtige Haut hindurch deutlich ſichtbar. Die erwachſene Seeſcheide (Fig. A 6) ſitzt unbeweglich auf dem Meeresboden feſtgewachſen auf, und klammert ſich an Steinen und dergl. mittelſt beſonderer Wurzeln (w) an, wie eine Pflanze. Der erwachſene Amphioxus dagegen (Fig. B 6) ſchwimmt frei umher, wie ein Fiſchchen. Die Buchſtaben bedeuten in beiden Figuren daſſelbe, und zwar: a Mundöffnung. b Leibesöffnung oder Porus abdominalis). c Rückenſtrang oder Chorda dorſalis. d Darm. e Eierſtock. f Eileiter (vereinigt mit dem Samenleiter). g Rückenmark. h Herz. i Blinddarm. k Kiemenkorb (Athemhöhle). l Leibeshöhle. m Muskeln. n Teſtikel (bei der Seeſcheide mit dem Eierſtock zu einer Zwitterdrüſe vereinigt). o After. p Geſchlechtsöffnung. q Reife entwickelte Embryen in der Leibeshöhle der Ascidie. r Floſſenſtrahlen der Rückenfloſſe von Amphioxus. s Schwanzfloſſe des Lanzetthieres. w Wurzeln der Ascidie.

Taf. X ſtellt die Ontogenie oder die individuelle Entwickelung der Ascidie (A) und des Amphioxus (B) in fünf verſchiedenen Stadien dar (1—5). Fig. 1 iſt das Ei, eine einfache Zelle wie das Ei des Menſchen und aller anderen Thiere (Fig. A 1 das Ei der Seeſcheide, Fig. B 1 das Ei des Lanzetthieres). Die eigentliche Zellſubſtanz oder das Protoplasma der Eizelle (z), der ſogenannte Eidotter, iſt von einer Hülle (Zellmembran oder Dotterhaut) umgeben, und ſchließt einen kugeligen Zellkern oder Nucleus (y), dieſer wiederum ein Kernkörperchen oder Nucleolus (x) ein. Wenn ſich das Ei zu entwickeln beginnt, zerfällt die Eizelle zunächſt in zwei Zellen. Indem ſich dieſe wiederum theilen, entſtehen zu-

nächſt vier Zellen (Fig. A 2, B 2), und aus dieſen durch wiederholte Theilung acht Zellen (Fig. A 3, B 3). Zuletzt entſteht ſo aus dem einfachen Ei ein kugeliger Haufe von Zellen (S. 170, Fig. 4 C, D). Indem ſich im Inneren deſſelben Flüſſigkeit anſammelt, entſteht eine kugelige, von einer Zellenſchicht umſchloſſene Blaſe. An einer Stelle ihrer Oberfläche ſtülpt ſich dieſe Blaſe taſchenförmig ein (Fig. A 4, B 4). Dieſe Einſtülpung iſt die Anlage des Darms, deſſen Höhle (d 1) ſich durch den proviſoriſchen Larvenmund (d 4) nach außen öffnet. Der übrig gebliebene Hohlraum (l) zwiſchen der Darmwand (d 2) und der Leibeswand (t) iſt die Anlage der Leibeshöhle. Nun wächſt die kugelige Larve in die Länge. Fig. A 5 zeigt die Larve der Aſcidie, Fig. B 5 diejenige des Amphioxus, von der linken Seite geſehen, in etwas weiterer Entwickelung. Die Darmhöhle (d 1) hat ſich geſchloſſen. Die Rückenwand des Darms (d 2) iſt concav, die Bauchwand (d 3) convex gekrümmt. Oberhalb des Darmrohrs, auf deſſen Rückenſeite, hat ſich das Medullarrohr (g 1), die Anlage des Rückenmarks, gebildet, deſſen Hohlraum jetzt noch vorn nach außen mündet (g 2). Zwiſchen Rückenmark und Darm iſt der Rückenſtrang oder die Chorda dorſalis (c) entſtanden, die Axe des inneren Skelets. Bei der Larve der Aſcidie ſetzt ſich dieſe Chorda (c) in den langen Ruderſchwanz fort, ein Larvenorgan, welches ſpäter bei der Verwandlung abgeworfen wird. Jedoch giebt es auch jetzt noch einige ſehr kleine Aſcidien (Appendicularia), welche ſich nicht verwandeln und feſtſetzen, ſondern zeitlebens mittelſt ihres Ruderſchwanzes frei im Meere umherſchwimmen.

Die ontogenetiſchen Thatſachen, welche auf Taf. X ſchematiſch dargeſtellt ſind, und welche erſt 1867 bekannt wurden, beanſpruchen die allergrößte Bedeutung und können in der That nicht hoch genug geſchätzt werden. Sie füllen die tiefe Kluft aus, welche in der Anſchauung der bisherigen Zoologie zwiſchen den Wirbelthieren und den ſogenannten „Wirbelloſen“ beſtand. Dieſe Kluft wurde allgemein für ſo bedeutend und für ſo unausfüllbar gehalten, daß ſogar angeſehene und der Entwickelungstheorie nicht abgeneigte Zoologen darin eines der größten Hinderniſſe für dieſelbe erblickten. Indem nun die Ontogenie des Amphioxus und der Aſcidie dieſes Hinderniß gänzlich aus dem Wege räumt, macht ſie es uns zum erſten Male möglich, den Stammbaum des Menſchen unter den Amphioxus hinab in den vielverzweigten Stamm der „wirbelloſen“ Würmer zu verfolgen, aus welchem auch die übrigen höheren Thierſtämme entſprungen ſind.

Wenn unſere ſpeculativen Philoſophen, ſtatt ſich mit dem Aufbau müſſiger Luftſchlöſſer zu beſchäftigen, über die auf Taf. X und XI, und ebenſo über die auf Taf. II und III dargeſtellten Thatſachen einige Jahre nachdächten, würden ſie für die wahre Philoſophie, für die unerſchütterlich auf Thatſachen gegründete Welterkenntniß einen Gewinn davon tragen, deſſen weitreichenden Conſequenzen kein Erkenntnißgebiet ſich würde entziehen können.

Taf. XII (zwiſchen S. 528 und 529).

Einſtämmiger oder monophyletiſcher Stammbaum des Wirbelthierſtammes, darſtellend die Hypotheſe von der gemeinſamen Abſtammung aller Wirbelthiere und die geſchichtliche Entwickelung ihrer verſchiedenen Klaſſen während der paläontologiſchen Perioden der Erdgeſchichte (vergl. den XX. Vortrag, S. 502). Durch die horizontalen Linien ſind die (auf S. 344 angeführten) Perioden der organiſchen Erdgeſchichte angedeutet, während deren ſich die verſteinerungsführenden Erdſchichten ablagerten. Durch die vertikalen Linien ſind die Klaſſen und Unterklaſſen der Wirbelthiere von einander getrennt. Die baumförmig verzweigten Linien geben durch ihre größere oder geringere Zahl und Dichtigkeit ungefähr den größeren oder geringeren Grad der Entwickelung, der Mannichfaltigkeit und Vollkommenheit an, den jede Klaſſe in jeder geologiſchen Periode vermuthlich erreicht hatte. Bei denjenigen Klaſſen, welche wegen der weichen Beſchaffenheit ihres Körpers keine verſteinerten Reſte hinterlaſſen konnten (namentlich bei den Prochordaten, Acranien, Monorrhinen und Dipneuſten) iſt der Lauf der Entwickelung hypothetiſch angedeutet auf Grund derjenigen Beziehungen, welche zwiſchen den drei Schöpfungsurkunden der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Paläontologie exiſtiren. Die wichtigſten Anhaltspunkte zur hypothetiſchen Ergänzung der paläontologiſchen Lücken liefert hier, wie überall, das *biogenetiſche Grundgeſetz*, welches ſich auf den innigen *Cauſalnexus zwiſchen der Ontogenie und Phylogenie* ſtützt (vergl. S. 276 und 361, ſowie Taf. VI—XI). Ueberall müſſen wir die individuelle Entwickelung als eine kurze und ſchnelle (durch die Geſetze der Vererbung verurſachte, durch die Geſetze der Anpaſſung aber abgeänderte) Wiederholung der paläontologiſchen Stammesentwickelung betrachten. Dieſer Satz iſt das „Ceterum censeo“ unſerer Entwickelungslehre.

Die Angaben über das erſte Erſcheinen oder den Entſtehungszeitraum der einzelnen Klaſſen und Unterklaſſen der Wirbelthiere ſind auf Taf. XII (abgeſehen von den angeführten hypothetiſchen Ergänzungen) möglichſt ſtreng den paläontologiſchen Thatſachen entnommen. Jedoch iſt zu bemerken, daß in Wirklichkeit die Entſtehung der meiſten Gruppen wahrſcheinlich um eine oder einige Perioden früher fällt, als uns heute die Verſteinerungen anzeigen. Ich ſtimme hierin weſentlich mit den Anſichten *Huxley's* überein, habe jedoch auf Taf. IV und XII hiervon abgeſehen, um den Vorwurf zu vermeiden, daß ich mich zu ſehr von den paläontologiſchen Thatſachen entferne.

Die Zahlen haben folgende Bedeutung (vergl. dazu den XX. Vortrag und S. 512, 513). 1. Thieriſche Moneren. 2. Thieriſche Amoeben. 3. Amoebengemeinden (Synamoebae). 4. Mundloſe Wimperinfuſorien. 5. Mundführende Wimperinfuſorien. 6. Strudelwürmer (Tubellaria). 7. Manteltiere (Tunicata). 8. Lan-

zetthier (Amphioxus). 9. Inger (Myxinoida). 10. Lampreten (Petromyzontia). 11. Unbekannte Uebergangsformen von den Unpaarnasen zu den Urfischen. 12. Silurische Urfische (Onchus etc.). 13. Lebende Urfische (Haifische, Rochen, Chimären). 14. Aelteste (silurische) Schmelzfische (Pteraspis). 15. Schildkrötenfische (Pamphracti). 16. Störfische (Sturiones). 17. Eckschuppige Schmelzfische (Rhombiferi). 18. Knochenhecht (Lepidosteus). 19. Flösselhecht (Polypterus). 20. Hohlgräteufische (Coeloscolopes). 21. Dichtgrätenfische (Pycnoscolopes). 22. Kahlhecht (Amia). 23. Urknochenfische (Thrissopida). 24. Knochenfische mit Luftgang der Schwimmblase (Physostomi). 25. Knochenfische ohne Luftgang der Schwimmblase (Physoclisti). 26. Unbekannte Zwischenformen zwischen Urfischen und Lurchfischen. 27. Afrikanische Lurchfische (Protopterus). 28. Amerikanische Lurchfische (Lepidosiren). 29. Unbekannte Zwischenformen zwischen Urfischen und Amphibien. 30. Schmelzköpfe (Ganocephala). 31. Wickelzähner (Labyrinthodonta). 32. Blindwühlen (Caecilliae). 33. Kiemenlurche (Sozobranchia). 34. Schwanzlurche (Sozura). 35. Froschlurche (Anura). 36. Gabeldorner oder Dichthakanthen (Proterosaurus). 37. Unbekannte Zwischenformen zwischen Amphibien und Protamnien. 38. Protamnien (gemeinsame Stammform aller Amnionthiere) 39. Stammsäuger (Promammalia). 40. Urschleicher (Proreptilia). 41. Fachzähner (Thecodontia). 42. Urdrachen (Simosauria). 43. Schlangendrachen (Plesiosauria). 44. Fischdrachen (Ichthyosauria). 45. Teleosaurier (Amphicoela). 46. Steneosaurier (Opisthocoela). 47. Alligatoren (Prosthocoela). 48. Fleischfressende Dinosaurier (Harpagosauria). 49. Pflanzenfressende Dinosaurier (Therosauria). 50. Moseleidechsen (Mosasauria). 51. Gemeinsame Stammform der Schlangen (Ophidia). 52. Hundszähnige Schnabeleidechsen (Cynodontia). 53. Zahnlose Schnabeleidechsen (Cryptodontia). 54. Langschwänzige Flugeidechsen (Rhamphorhynchi). 55. Kurzschwänzige Flugeidechsen (Pterodactyli). 56. Landschildkröten (Chersita). 57. Vogelschleicher (Tocornithes): Zwischenformen zwischen Reptilien und Vögeln. 58. Urgreif (Archaeopteryx). 59. Wasserschnabelthier (Ornithorhynchus). 60. Landschnabelthier (Echidna). 61. Unbekannte Zwischenformen zwischen Gabelthieren und Beutelthieren. 62. Unbekannte Zwischenformen zwischen Beutelthieren und Placentalthieren. 63. Zottenplacentner (Villiplacentalia). 64. Gürtelplacentner (Zonoplacentalia). 65. Scheibenplacentner (Discoplacentalia). 66. Der Mensch (Homo pithecogenes).

Taf. XIII und XIV (zwischen S. 576 und 577).

Die Familiengruppe der Katarrhinen. Diese beiden Tafeln dienen zur anschaulichen Erläuterung der höchst wichtigen Thatsache, daß in Bezug auf die Schädelbildung und die Physiognomie des Gesichts (ebenso wie in jeder anderen Beziehung) die Unterschiede zwischen den niedersten Menschen und den höchsten Affen geringer sind, als die Unterschiede zwischen den niedersten und den höchsten Men-

ſchen, und als die Unterſchiede zwiſchen den niederſten und den höchſten Affen derſelben Familie. Die niederſten Menſchen (Fig. 13—16) ſtehen offenbar den höchſten Affen (Fig. 7—10) viel näher, als dem höchſten Menſchen (Fig. 24), dem als äußerſter Gegenſatz der niederſte katarrhine Affe (Fig. 1) gegenüberſteht. Alle 24 Köpfe ſind in reiner Profil-Anſicht gezeichnet und nahezu auf dieſelbe Größe zurückgeführt, um die klare Vergleichung der ſtufenweiſen Entwickelung zu ermöglichen. Von den Menſchenarten ſind möglichſt typiſche Repräſentanten gewählt, in deren Kopf-Profil ſich der Charakter der Species am deutlichſten ausſpricht. Die Kopf-Profile der katarrhinen Affen können leider nicht alle auf befriedigende Naturtreue hinreichenden Anſpruch machen, und zwar aus dem einfachen Grunde, weil dieſe Affen zum großen Theile überhaupt noch nicht treu nach lebenden Individuen gezeichnet oder photographiſch aufgenommen ſind. Wir beſitzen zwar ſehr zahlreiche und zum Theil auch recht gute Abbildungen von Affenköpfen; aber die bei weitem überwiegende Mehrzahl derſelben iſt en face oder halb en face aufgenommen. Dagegen ſind Profil-Anſichten derſelben unverhältnißmäßig ſelten, und dieſe wenigen Profil-Bilder weichen ſo ſehr von einander ab, daß es ſehr ſchwer iſt, ſich eine einigermaßen zuverläſſige Anſicht daraus zuſammenzuſtellen. Das gilt namentlich von denjenigen Affen, welche, wie der Gorilla, noch niemals lebend nach Europa gebracht worden ſind. Uebrigens gilt dieſelbe Bemerkung auch von den meiſten Menſchenraſſen. Auch deren Köpfe ſind meiſtens en face oder halb en face abgebildet, viel ſeltener en profil. Und doch läßt gerade die Profil-Anſicht viele ſehr wichtige und charakteriſtiſche Eigenthümlichkeiten der Schädelbildung und Geſichtsbildung viel deutlicher hervortreten, als die Flächen-Anſicht. Es iſt daher ſehr wünſchenswerth, daß begünſtigte Reiſende dieſem Mangel durch vermehrte photographiſche Profil-Aufnahmen abhelfen. Hoffentlich wird dann bald die auf Taf. XIII und XIV gegebene vergleichende Zuſammenſtellung ſich durch eine naturgetreuere erſetzen laſſen.

Taf. XIII.

Kopf-Profile von zwölf Katarrhinen oder Affen der alten Welt.

(Vergl. S. 570 und 575.)

Fig. 1. Mandril (Mormon mandril), Mann, von Guinea.
Fig. 2. Pavian (Cynocephalus porcarius), Mann, vom Capland.
Fig. 3. Schweinsaffe (Inuus nemestrinus), Mann, von Sumatra.
Fig. 4. Budeng (Semnopithecus maurus), Mann, von Java.
Fig. 5. Naſenaffe (Nasalis larvatus), Mann, von Borneo.
Fig. 6. Gibbon (Hylobates lar), Mann, von Hinterindien.
Fig. 7. Orang (Satyrus orang), junges Mädchen, von Borneo.
Fig. 8. Orang (Satyrus orang), altes Weib, von Borneo.

Fig. 9. Schimpanſe (Engeco troglodytes), junges Mädchen, von Guinea.

Fig. 10. Schimpanſe (Engeco troglodytes), altes Weib, von Guinea.

Fig. 11. Gorilla (Gorilla engena), junges Mädchen, von Guinea.

Fig. 12. Gorilla (Gorilla engena), altes Weib, von Guinea.

Taf. XIV.

Kopf-Profile von typiſchen Repräſentanten der zwölf Menſchenarten.

(Vergl. S. 604 und 626.)

Fig. 13. Tasmanier (Weib) von Vandiemensland, büſchelhaarige Papua-Species (S. 606). Dolichocephale Schädelform.

Fig. 14. Hottentotte (Weib) vom Capland, büſchelhaarige Hottentotten-Species (S. 607). Dolichocephale Schädelform.

Fig. 15. Kaffer (Weib) von der Zulu-Küſte, vließhaarige Kaffer-Species (S. 607). Dolichocephale Schädelform.

Fig. 16. Neger (Weib) von dem Sudan, vließhaarige Neger-Species (S. 608). Dolichocephale Schädelform.

Fig. 17. Süd-Auſtralier (Mann) von Victoria-Land, ſtraffhaarige Auſtralier-Species (S. 609). Dolichocephale Schädelform.

Fig. 18. Polyneſier (Weib) von den Samoa-Inſeln, ſtraffhaarige Malayen-Species (S. 610). Brachycephale Schädelform.

Fig. 19. Indochineſe (Mann) von Tübet, ſtraffhaarige Mongolen-Species (S. 611). Brachycephale Schädelform.

Fig. 20. Hyperboräer (Weib) von Kamſchatka, ſtraffhaarige Arktiker-Species (S. 612). Meſocephale Schädelform.

Fig. 21. Nord-Amerikaner (Mann) vom Miſſiſſippi, ſtraffhaarige Amerikaner-Species (S. 613). Meſocephale Schädelform.

Fig. 22. Dekhaner (Mann) von Vorder-Indien, lockenhaarige Dravida-Species (S. 614). Dolichocephale Schädelform.

Fig. 23. Dongoleſe (Mann) von Kordofan, lockenhaarige Nubier-Species (S. 614). Dolichocephale Schädelform.

Fig. 24. Indogermane (Mann) von Griechenland, lockenhaarige Mittelländer-Species (S. 615). Meſocephale Schädelform.

Taf. XV (am Ende des Buches).

Hypothetiſche Skizze des monophyletiſchen Urſprungs und der Verbreitung der zwölf Menſchen-Species von Lemurien aus über die Erde. Selbſtverſtändlich beanſprucht die hier graphiſch ſkizzirte Hypotheſe nur einen ganz proviſoriſchen Werth und hat lediglich den Zweck, zu zeigen, wie man ſich bei dem gegenwärtigen unvollkommenen Zuſtande unſerer anthropologiſchen Kennt-

niſſe die Ausſtrahlung der Menſchenarten von einer einzigen Urheimath aus ungefähr denken kann. Als wahrſcheinliche Urheimath oder „Paradies“ iſt hier Lemurien angenommen, ein gegenwärtig unter den Spiegel des indiſchen Oceans verſunkener tropiſcher Continent, deſſen frühere Exiſtenz in der Tertiärzeit durch zahlreiche Thatſachen der Thier- und Pflanzengeographie ſehr wahrſcheinlich gemacht wird (vergl. S. 321 und 619). Indeſſen iſt es auch ſehr möglich, daß die hypothetiſche „Wiege des Menſchengeſchlechts“ weiter öſtlich (in Hinter- oder Border-Indien) oder weiter weſtlich (im öſtlichen Afrika) lag. Künftige, namentlich vergleichend-anthropologiſche und paläontologiſche Forſchungen werden uns hoffentlich in den Stand ſetzen, die vermuthliche Lage der menſchlichen Urheimath genauer zu beſtimmen, als es gegenwärtig möglich iſt.

Wenn man unſerer monophyletiſchen Hypotheſe die polyphyletiſche vorzieht und annimmt, daß die verſchiedenen Menſchenarten aus mehreren verſchiedenen anthropoiden Affenarten durch allmähliche Vervollkommnung entſtanden ſind, ſo ſcheint unter den vielen, hier möglichen Hypotheſen am meiſten Vertrauen diejenige zu verdienen, welche eine zweifache pithekoide Wurzel des Menſchengeſchlechts annimmt, eine aſiatiſche und eine afrikaniſche Wurzel. Es iſt nämlich eine ſehr bemerkenswerthe Thatſache, daß die afrikaniſchen Menſchenaffen (Gorilla und Schimpanſe) ſich durch eine entſchieden langköpfige oder dolichocephale Schädelform auszeichnen, ebenſo wie die Afrika eigenthümlichen Menſchenarten (Hottentotten, Kaffern, Neger, Nubier). Auf der anderen Seite ſtimmen die aſiatiſchen Menſchenaffen (insbeſondere der kleine und große Orang) durch ihre deutlich kurzköpfige oder brachycephale Schädelform mit den vorzugsweiſe für Aſien bezeichnenden Menſchenarten (Mongolen und Malayen) überein. Man könnte daher wohl verſucht ſein, dieſe letzteren (aſiatiſche Menſchenaffen und Urmenſchen) von einer gemeinſamen brachycephalen Affenform, die erſteren dagegen (afrikaniſche Menſchenaffen und Urmenſchen) von einer gemeinſamen dolichocephalen Affenform abzuleiten.

Auf jeden Fall bleiben das tropiſche Afrika und das ſüdliche Aſien (und zwiſchen beiden möglicherweiſe das ſie früher verbindende Lemurien?) diejenigen Theile der Erde, welche bei der Frage von der Urheimath des Menſchengeſchlechts vor allen anderen in Betracht kommen. Entſchieden ausgeſchloſſen ſind bei dieſer Frage dagegen Amerika und Auſtralien. Auch Europa (welches übrigens nur eine begünſtigte weſtliche Halbinſel von Aſien iſt) beſitzt ſchwerlich für die „Paradies-Frage“ Bedeutung.

Daß die Wanderungen der verſchiedenen Menſchenarten von ihrer Urheimath aus und ihre geographiſche Verbreitung auf unſerer Taf. XV nur ganz im Allgemeinen und in den gröbſten Zügen angedeutet werden konnten, verſteht ſich von ſelbſt. Die zahlreichen Kreuz- und Querwanderungen der vielen Zweige und

Stämme, sowie ihre oft sehr einflußreichen Rückwanderungen mußten dabei gänzlich unberücksichtigt bleiben. Um diese einigermaßen klar darzustellen, müßten erstens unsere Kenntnisse viel vollständiger sein und zweitens ein ganzer Atlas mit vielen verschiedenen Migrations-Tafeln angewendet werden. Unsere Taf. XV beansprucht weiter Nichts, als ganz im Allgemeinen die ungefähre geographische Verbreitung der 12 Menschenarten so anzudeuten, wie sie im fünfzehnten Jahrhundert (vor der allgemeinen Ausbreitung der indogermanischen Rasse) bestand, und wie sie sich ungefähr mit unserer Descendenzhypothese in Einklang bringen läßt. Auf die geographischen Verbreitungsschranken (Gebirge, Wüsten, Flüsse, Meerengen u. s. w.) brauchte bei dieser allgemeinen Migrationsskizze im Einzelnen um so weniger ängstliche Rücksicht genommen zu werden, als diese in früheren Perioden der Erdgeschichte ganz andere Größen und Formen hatten. Wenn die allmählige Umbildung von katarrhinen Affen in pithekoide Menschen während der Tertiärzeit wirklich in dem hypothetischen Lemurien stattfand, so müssen auch zu jener Zeit die Grenzen und Formen der heutigen Continente und Meere ganz andere gewesen sein. Auch der sehr mächtige Einfluß der Eiszeit wird für die chorologischen Fragen von der Wanderung und Verbreitung der Menschenarten große Bedeutung beanspruchen, obwohl er sich im Einzelnen noch nicht näher bestimmen läßt. Ich verwahre mich also hier, wie bei meinen anderen Entwickelungshypothesen, ausdrücklich gegen jede dogmatische Deutung; sie sind weiter nichts als *erste Versuche*.

613578 Biblioteca Nazionale Napoli

Register.

Abänderung 197.
Abeſſinier 617, 624.
Acranien 506, 512, 584.
Acyttarien 377, 387.
Adaptation 197.
Aethiopier 617, 624.
Affen 545, 570.
Affenmenſchen 590, 597.
Agaſſiz (Louis) 56.
Agaſſiz's Entwickelungsgeſchichte 62.
— Klaſſifikationsverſuch 56.
— Schöpfungsgeſchichte 63.
— Speciesbegriff 57.
— Weltanſchauung 64.
Ahnenreihe des Menſchen 578.
Akalephen 448, 454.
Algen 404, 406.
Altajer 605, 612.
Alluvial-Syſtem 345.
Amerikaner 604, 613.
Amnionloſe 512, 517.
Amnionthiere 512, 526.
Amnioten 512, 526.
Amoeben 379, 579.
Amoeboiden 379.
Amphibien 517, 523.
Amphioxen 508, 584.
Amphirrhinen 511, 513.
Anamnien 512, 517.
Angioſpermen 404, 430.
Anneliden 448, 467.
Anorgane 5, 291.
Anorganologie 5.
Anpaſſung 81, 189, 197.
— abweichende 221.
— actuelle 202, 207.
— allgemeine 207.
— correlative 216.
— cumulative 209.
— directe 202, 207.
— divergente 221.
— gehäufte 209.
— geſchlechtliche 205.
— indirecte 201, 204.
— individuelle 204.
— mittelbare 201, 204.
— monſtröſe 205.
— potentielle 201, 204.
— ſexuelle 205.
— ſprungweiſe 205.
— unbeſchränkte 223.
— unendliche 223.
— univerſelle 207.
— unmittelbare 202, 207.
— wechſelbezügliche 216.
Anpaſſungsgeſetze 203.
Anthozoen 455.
Anthropocentriſche Weltanſchauung 35.
Anthropoiden 571, 575, 590.
Anthropolithiſches Zeitalter 344, 347.
Anthropologie 7.
Anthropomorphismus 17, 60.
Araber 617, 624.
Arachniden 492, 494.
Arbeitstheilung 241, 251, 456.
Archelminthen 458, 460.

Archezoen 459, 460.
Archigonie 164, 301.
Archolithiſches Zeitalter 340, 344.
Arier 617, 625.
Ariſtoteles 50, 69.
Art 37, 244, 601.
Arthropoden 448, 484.
Articulaten 437.
Ascidien 466, 510.
Aſteriden 478, 480.
Aſtroden 476.
Atavismus 186.
Auſtralier 604, 609.
Autogonie 302.

Bär (Carl Ernſt) 96.
Bär's Abſtammungslehre 97.
— Entwickelungsgeſchichte 262.
— Thiertypen 48, 436.
Basken 616.
Baſtarde 130, 189, 245.
Baſtardzeugung 41, 189, 245.
Bathybius 165, 306, 379.
Berber 617, 624.
Beutelherzen 509.
Beutelthiere 540, 543, 588.
Beutler 540.
Bevölkerungszahlen 626.
Bildnerinnen 308.
Bildungstriebe 80, 226, 300.
Biogenetiſches Grundgeſetz 276, 361.
Biologie 5.
Blumenloſe 402, 404.
Blumenpflanzen 404, 427.
Blumenthiere 455.
Brachiopoden 471.
Bruno (Giordano) 21, 64.
Bruſtloſe 538, 540.
Bryozoen 460, 465.
Buch (Leopold) 95.
Büchner (Louis) 98.
Büſchelhaarige Menſchen 603, 626.

Cambriſches Syſtem 340, 345.
Carboniſches Syſtem 342, 345.
Carus (Victor) 97.
Cauſale Weltanſchauung 16, 67.
Chamiſſo (Adalbert) 185.
Chineſen 605, 611.
Chorologie 312.
Cenolithiſches Zeitalter 344, 346.
Cephalopoden 473, 474.
Cochliden 473, 474.
Coelenteraten 447, 452.
Colelminthen 460, 466.
Coniferen 404, 429.
Cormophyten 403.
Correlation der Theile 196.
Crinoiden 480, 483.
Cruſtaceen 486, 488.
Ctenophoren 452, 456.
Cuvier (George) 46.
Cuvier's Kataklysmentheorie 53.
— Paläontologie 49.
— Revolutionslehre 53.
— Schöpfungsgeſchichte 54.
— Speciesbegriff 46.
— Streit mit Geoffroy 78.
— Thierſyſtem 48.
— Thiertypen 48, 436.
Cycadeen 404, 429.
Cycloſtomen 511, 512.
Cytoden 308.

Darwin (Charles) 117.
Darwinismus 133.
Darwin's Korallentheorie 118.
— Leben 117.
— Reiſe 117.
— Selectionstheorie 133.
— Taubenſtudium 125.
— Züchtungslehre 133.
Darwin (Erasmus) 105.
Deciduathiere 544, 557.
Decidualoſe 544, 550.
Deckſamige 404, 430.
Deduction 77, 647.
Demokritus 21.
Denken 654.
Devoniſches Syſtem 342, 345.
Diatomeen 377, 385.
Dicke der Erdrinde 349.
Dicotylen 404, 431.
Differenzirung 241, 253.

Diluvial-System 345.
Dipneusten 512, 520.
Divergenz 241.
Drachen 532.
Dravida 604, 614.
Dualistische Weltanschauung 19, 67.
Dysteleologie 14, 644.

Echiniden 480, 484.
Echinodermen 476, 480.
Egypter 617, 624.
Ei des Menschen 265.
Eidechsen 530.
Eier 170, 178.
Eifurchung (Eitheilung) 170, 266.
Einheit der Natur 20, 301.
Einheitliche Abstammungshypothese 371.
Einkeimblättrige 404, 431.
Eiszeit 324, 348.
Eiweißkörper 294.
Elephant 559.
Empirie 71, 640.
Endursache 20, 31.
Eocen-System 345, 346.
Erbadel 161.
Erblichkeit 158.
Erbsünde 161.
Erbweisheit 161.
Erkenntnisse aposteriori 29, 636.
— apriori 29, 636.
Erklärung der Erscheinungen 28.
Ernährung 199.

Fadenpflanzen 404, 414.
Farne 404, 421.
Filicinen 404, 421.
Finnen 605, 612.
Fische 515, 516.
Flagellaten 377, 382.
Flechten 404, 414.
Flederthiere 544, 563.
Flimmerkugeln 383.
Flugeidechsen 530, 531.
Fortpflanzung 164.
— amphigone 175.
— geschlechtliche 175.
— jungfräuliche 177.
Fortpflanzung, monogone 164.
— sexuelle 175.
— ungeschlechtliche 164.
Fortschritt 247, 252.
Freke 106.
Fulater 604, 615.

Gattung 37.
Gegenbaur 278, 491, 503.
Gehirnentwickelung 270.
Geist 20, 650.
Geistige Entwickelung 635, 650.
Geißelschwärmer 377, 382.
Gemmation 172.
Generationswechsel 185, 482.
Genus 37.
Geocentrische Weltanschauung 35.
Geoffroy S. Hilaire 77, 103.
Gephyreen 460, 466.
Germanen 617, 625.
Geschlechtstrennung 176.
Gestaltungskräfte 80, 300.
Gibbon 570, 576.
Glauben 8, 628.
Gliederthiere 448, 484.
Gliedfüßer 485.
Gliedwürmer 460, 466.
Goethe (Wolfgang) 73.
Goethe's Abstammungslehre 82.
— Bildungstriebe 82, 226.
— Biologie 80.
— Entwickelungslehre 82.
— Gottesidee 64.
— Materialismus 20, 651.
— Metamorphose 81.
— Naturanschauung 20.
— Naturforschung 73.
— Naturphilosophie 78.
— Pflanzenmetamorphose 74.
— Specifikationstrieb 81.
— Wirbeltheorie 75.
— Zwischenkieferfund 76.
Gonochorismus 176.
Gonochoristus 176.
Gorilla 570, 575.
Gottesvorstellung 64.
Grant 106.

Gregarinen 381.
Griechen 617, 625.
Grüntange 404, 410.
Gymnospermen 404, 428.

Halbaffen 544, 558, 589.
Halisaurier 512, 521.
Hasenkaninchen 131, 245.
Hausthiere 122.
Heliozoen 389.
Herbert 105.
Heredität 158.
Hermaphroditismus 176.
Hermaphroditus 176.
Herschel's Kosmogenie 285.
Himategen 464.
Hirnblasen des Menschen 271.
Holothurien 480, 484.
Hooker 106.
Hottentotten 607, 626.
Hüllcytoden 308.
Hüllzellen 308.
Hufthiere 552, 554.
Huxley 106, 130, 568.
Hybridismus 189, 245.
Hydromeduſen 452, 455.

Japaneſen 605, 612.
Individuelle Entwickelung 261.
Indochineſen 605, 612.
Indogermanen 617, 625.
Induction 77, 647.
Infuſionsthiere 460, 462.
Infuſorien 460, 462.
Inophyten 404, 414.
Inſecten 494, 496.
Inſectenfreſſer 545, 561.
Inſtinkt 635.
Iraner 617, 624.
Juden 617, 624.
Jura-Syſtem 343, 345.

Kaffern 607, 626.
Kammerweſen 387.
Kammquallen 452, 456.
Kampf um's Daſein 143, 225.
Kant (Immanuel) 89.
Kant's Abſtammungslehre 93.
— Entwickelungstheorie 92.
— Erdbildungstheorie 285.
— Kritik der Urtheilskraft 91.
— Mechanismus 34, 91.
— Naturphiloſophie 90.
Katallakten 377, 384.
Katarrhinen 570, 573.
Kaukaſier 615, 616.
Keimknospenbildung 173.
Keimzellenbildung 174.
Kiemenbogen des Menſchen 274.
Kiemenkerſe 486, 488.
Kieſelzellen 377, 385.
Klima-Wechſel 323.
Kloakenthiere 539, 543.
Knochenfiſche 516, 519.
Knospenbildung 172.
Kohlenſtoff 293, 299.
Kohlenſtofftheorie 298.
Koreo-Japaner 605, 612.
Kosmogenie 285.
Kosmologiſche Gastheorie 287.
Kopernikus 35.
Korallen 452, 455.
Kracken 473, 474.
Krebſe 486, 488.
Kreide-Syſtem 343, 345.
Krocodile 530.
Kruſtenthiere 486, 488.
Kryptogamen 402, 404.
Kulturpflanzen 122.

Labyrinthläufer 377, 384.
Labyrinthuleen 377, 384.
Lamarck (Jean) 98.
Lamarck's Abſtammungslehre 100.
— Anthropologie 102, 565.
— Naturphiloſophie 99.
Lamarckismus 134.
Lamellibranchien 472, 474.
Lanzettthiere 508, 512.
Laplace's Kosmogenie 285.
Laurentiſches Syſtem 340, 345.
Lebenskraft 20, 297.
Lemurien 321, 619.
Leonardo da Vinci 51.

Leptocardier 506, 512.
Linné (Carl) 36.
Linné's Artenbenennung 37.
— Pflanzenklaſſen 401.
— Schöpfungsgeſchichte 40.
— Speciesbegriff 37.
— Syſtem 36.
— Thierklaſſen 436.
Lockenhaarige Menſchen 606, 626.
Lurche 512, 523.
Lurchfiſche 512, 520.
Lyell (Charles) 112.
Lyell's Schöpfungsgeſchichte 114.

Magyaren 605, 612.
Malayen 604, 610.
Malthus' Bevölkerungstheorie 148.
Mammalien 536, 545.
Mantelthiere 460, 465, 510.
Marſupialien 540, 543, 588.
Materialismus 32.
Materie 20. 651.
Mechaniſche Urſachen 31, 67.
Mechaniſche Weltanſchauung 16, 67.
Mechanismus 34, 91.
Meduſen 452, 455.
Menſchenaffen 571, 575.
Menſchenarten 593, 604.
Menſchenraſſen 593, 601, 604.
Menſchenſeele 651.
Menſchenſpecies 593, 604.
Meſolithiſches Zeitalter 344, 350.
Metageneſis 185.
Metamorphismus der Erdſchichten 354.
Metamorphoſe 81.
Migrationsgeſetz 331.
Migrationstheorie 326.
Miocen-Syſtem 345, 346.
Mittelländer 604, 615.
Mollusken 469, 474.
Molluskoiden 464.
Moneren 165, 305, 378.
Mongolen 604, 611.
Monismus 32.
Moniſtiſche Weltanſchauung 19, 67.
Monocotylen 404, 431.
Monoglottonen 621, 626.
Monogonie 164.
Monophyleten 371, 599.
Monophyletiſche Deſcendenzhypotheſe 371.
Monorrhinen 511, 512.
Monoſporogonie 174.
Monotremen 539, 543.
Morphologie 20.
Moſe 404, 419.
Moſes' Schöpfungsgeſchichte 34.
Mosthiere 460, 465.
Muſcheln 472, 474.
Müller (Fritz) 45, 66, 486.
Müller (Johannes) 278, 511.
Muscinen 404, 419.
Myriapoden 493, 494.
Myxomyceten 377, 385.

Nacktſamige 404, 428.
Nadelhölzer 404, 429.
Nagethiere 545, 559.
Naturphiloſophie 70.
Neger 608, 626.
Nematelminthen 460, 463.
Neſſelthiere 448, 454.
Newton 23, 94.
Nichtzwitter 176.
Nubier 604, 614.

Oecologie 645.
Oken (Lorenz) 86.
Oken's Entwickelungsgeſchichte 262.
— Entwickelungstheorie 88.
— Infuſorientheorie 87.
— Naturphiloſophie 86.
— Urſchleimtheorie 88.
Ontogeneſis 261.
Ontogenie 9, 361.
Orang 571, 576.
Organe 5.
Organismen 5, 291.

Paarnaſen 511, 513.
Paläolithiſches Zeitalter 342, 344.
Paläontologie 49.
Paliſſy 52.
Palmfarne 404, 429.
Pander (Chriſtian) 262.

Papua 606, 626.
Paradies 619.
Parallelismus der Entwickelung 279.
Parthenogeneſis 177.
Permiſches Syſtem 342, 345.
Petrefacten 50.
Pflanzenthiere 447, 452.
Phanerogamen 404, 427.
Philoſophie 71, 640.
Phylogenie 10, 361.
Phylogeneſis 261.
Phylum 370.
Phyſiologie 20.
Pilze 404, 415.
Pithekoidentheorie 646.
Placentalien 544, 548.
Placentalthiere 544, 548.
Placentner 544, 548.
Planulaten 459, 580.
Plasma 166, 294.
Plasmogonie 302.
Plaſtiden 308.
Plaſtidentheorie 294, 309.
Plattnaſige Affen 570, 573.
Plattwürmer 460, 463.
Platyelminthen 460, 463.
Platyrrhinen 570, 573.
Pleiſtocen-Syſtem 345, 348.
Pliocen-Syſtem 345, 346.
Polarmenſchen 604, 612.
Polyglottonen 620, 626.
Polypenquallen 452, 455.
Polyſporogonie 173.
Polyphyleten 371, 599.
Polyphyletiſche Deſcendenzhypotheſe 372.
Polypen 455.
Polyneſier 604, 610.
Poriferen 450.
Primärzeit 342, 344.
Primordialzeit 340, 344.
Prochordaten 578.
Promammalien 538, 543.
Protamoeben 378.
Prothallophyten 403, 417.
Prothallospflanzen 403, 417.
Protiſten 375.
Protoplasma 166, 294.
Protoplaſten 377, 379.
Protozoen 438.

Radiaten 437, 438.
Radiolarien 296, 329, 389.
Räderthiere 460, 467.
Raſſen 247.
Raubthiere 544, 561.
Recent-Syſtem 345.
Reptilien 529, 531.
Rhizopoden 377, 385.
Ringelwürmer 448, 467.
Rohrherzen 506, 512.
Romanen 617, 625.
Rotatorien 460, 467.
Rudimentäre Augen 13, 255.
— Beine 13.
— Flügel 256.
— Griffel 14.
— Lungen 257.
— Milchdrüſen 258.
— Muskeln 12.
— Nickhaut 12.
— Organe 11, 255.
— Schwänze 258.
— Staubfäden 14.
— Zähne 11.
Rückſchlag 186.
Rundmäuler 511, 512.
Rundwürmer 460, 463.

Sackwürmer 460, 464.
Säugethiere 536, 545.
Saurier 529.
Schaaffhauſen 98.
Schädelloſe 506, 512, 584.
Schädelthiere 507, 512.
Scheinhufthiere 544, 559.
Schildkröten 530.
Schimpanſe 570, 575.
Schirmquallen 452, 455.
Schlangen 530.
Schleicher 529, 531.
Schleicher (Auguſt) 96, 598.
Schleiden (J. M.) 97.
Schleimpilze 377, 385.
Schlichthaarige Menſchen 605, 609.

Schmalnasige Affen 570, 578.
Schmelzfische 516, 518.
Schnabelreptilien 531, 532.
Schnabelthiere 538, 543.
Schnecken 473, 474.
Schöpfer 58, 64.
Schöpfung 7.
Schöpfungsmittelpunkt 313.
Schwämme 450, 452.
Schwanz des Menschen 258, 274.
Scoleciden 460, 463.
Secundärzeit 344, 350.
Seedrachen 512, 521.
Seeigel 480, 484.
Seele 64, 635, 652.
Seelilien 480, 483.
Seesterne 478, 480.
Seewalzen 480, 484.
Selbsttheilung 171.
Semiten 617, 624.
Sexualcharaktere 188, 237.
Silurisches System 340, 345.
Slaven 617, 625.
Sonnenwesen 389.
Species 37, 244, 601.
Specifische Entwickelung 277.
Spencer (Herbert) 106, 657.
Sperma 176.
Spielarten 247.
Spirobranchien 471, 474.
Spinnen 492, 494.
Spongien 450, 452.
Sporenbildung 174.
Sporogonie 174.
Stamm 370.
Stammbaum der
— Affen 571.
— Amphibien 517.
— Anamnien 517.
— Araber 624.
— Arachniden 495.
— Arier 625.
— Arthropoden 489, 495.
— Catarrhinen 571.
— Coelenteraten 453.
— Crustaceen 489.
— Echinodermen 481.
Stammbaum der
— Egypter 624.
— Fische 517.
— Germanen 625.
— Gliederthiere 489, 495.
— Gräcoromanen 625.
— Hamiten 624.
— Hufthiere 555.
— Indogermanen 625.
— Insecten 495.
— Juden 624.
— Krebse 489.
— Mammalien 545.
— Menschenarten 605, 626.
— Menschengeschlechts 571, 578.
— Menschenrassen 605.
— Mollusken 475.
— Organismen 398, 399.
— Pflanzen 405.
— Pflanzenthiere 453.
— Platyrrhinen 571.
— Säugethiere 545.
— Semiten 624.
— Slaven 625.
— Sternthiere 481.
— Spinnen 495.
— Thiere 449.
— Tracheaten 495.
— Ungulaten 555.
— Vertebraten 513.
— Weichthiere 475.
— Wirbelthiere 513.
— Würmer 461.
— Zoophyten 453.
Stammsäuger 538, 543.
Steinkohlen-System 342, 345.
Sternthiere 476, 480.
Sternwürmer 460, 466.
Stockpflanzen 403.
Straffhaarige Menschen 606, 626.
Strahlthiere 437, 438.
Strahlwesen 389.
System der
— Affen 570.
— Arachniden 494.
— Arthropoden 488, 494.
— Beutelthiere 543.

System der
— Catarrhinen 570.
— Coelenteraten 452.
— Crustaceen 488.
— Didelphien 543.
— Echinodermen 480.
— Erdschichten 345.
— Fische 516.
— Formationen 345.
— Geschichtsperioden 344.
— Gliederthiere 488, 494.
— Hufthiere 554.
— Insecten 494, 501.
— Krebse 488.
— Mammalien 543, 544.
— Marsupialien 543.
— Menschenarten 604.
— Menschenrassen 604.
— Menschenvorfahren 592.
— Monodelphien 544.
— Mollusken 474.
— Pflanzen 404.
— Pflanzenthiere 452.
— Placentalthiere 544.
— Placentner 544.
— Platyrrhinen 570.
— Protisten 377.
— Reptilien 531.
— Säugethiere 543, 544.
— Schleicher 531.
— Sternthiere 480.
— Spinnen 494.
— Thiere 448.
— Tracheaten 494.
— Ungulaten 554.
— Vertebraten 512.
— Weichthiere 474.
— Wirbelthiere 512.
— Würmer 460.
— Zeiträume 344.
— Zoophyten 452.
Systematische Entwickelung 277.

Taschein 471, 474.
Tange 404, 406.
Tataren 605, 612.
Tausendfüßer 493, 494.
Teleologie 89, 259.
Teleologische Weltanschauung 19, 67.
Tertiärzeit 344, 346.
Thallophyten 403, 404.
Thalluspflanzen 403, 404.
Thierseele 635, 652.
Tokogonie 164.
Tracheaten 490, 494.
Tracheenkerse 490, 494.
Transmutationstheorie 4.
Treviranus 83.
Trias-System 343, 345.
Türken 605, 612.
Tunicaten 460, 465, 510.

Uebergangsformen 631.
Umbildungslehre 4.
Unger (Franz) 97.
Ungulaten 552, 554.
Unpaarnasen 511, 512, 584.
Unzweckmäßigkeit der Natur 18.
Unzweckmäßigkeitslehre 14, 644.
Uralier 605, 612.
Urcytoden 308.
Urfische 515, 585.
Urgeschichte des Menschen 595.
Urmenschen 620.
Ursprung der Sprache 598, 620.
Urtange 404, 407.
Urthiere 438.
Urwesen 375.
Urzellen 308.
Urzeugung 301, 369.

Variabilität 197.
Variation 197.
Varietäten 247.
Veränderlichkeit 197.
Vererbung 157, 182.
— abgekürzte 190.
— amphigone 188.
— angepaßte 191.
— befestigte 194.
— beiderseitige 188.
— conservative 183.
— constituirte 194.
— continuirliche 184.

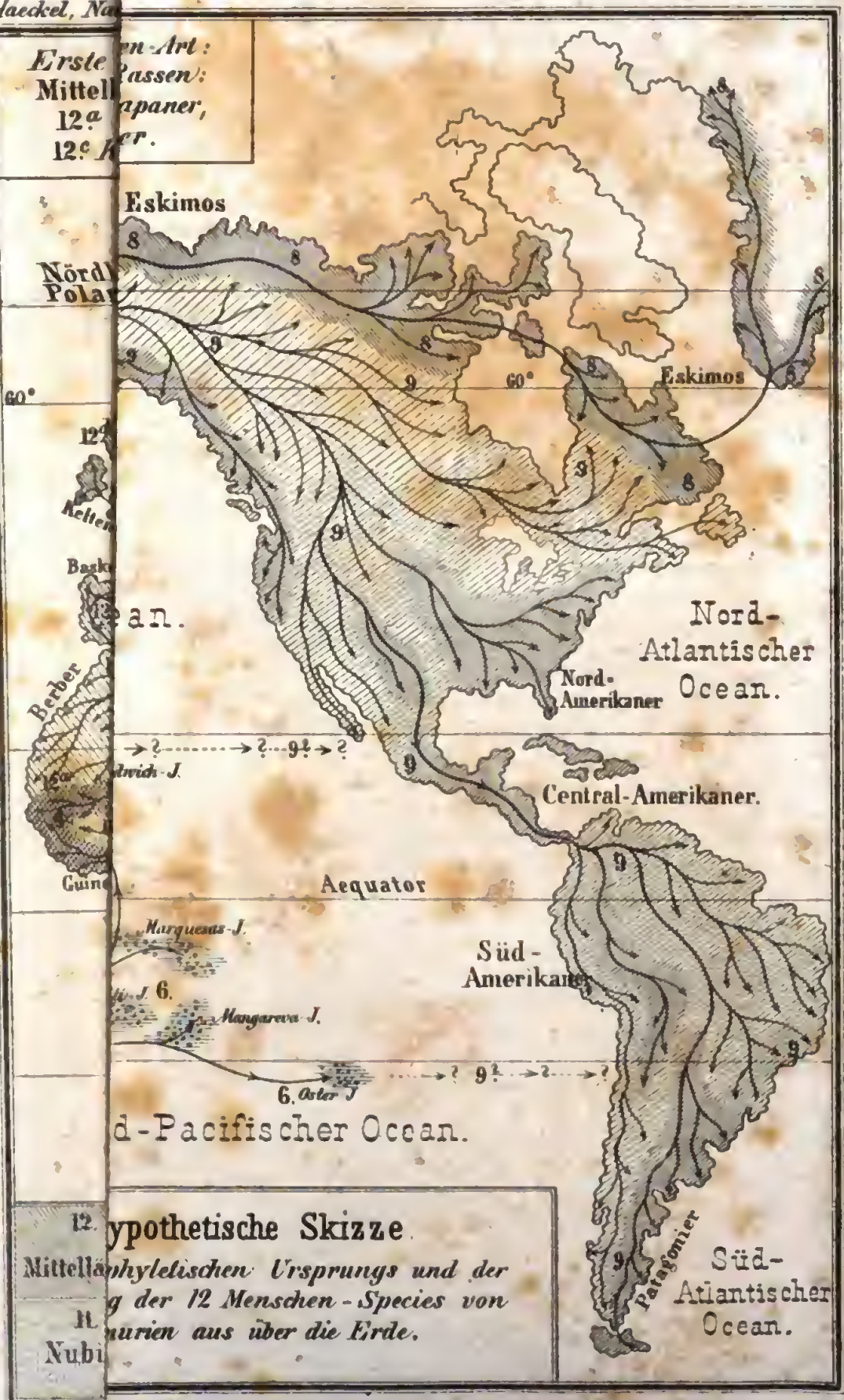
Vererbung, erhaltende 183.
— erworbene 191.
— fortschreitende 191.
— gemischte 188.
— geschlechtliche 187.
— gleichörtliche 195.
— gleichzeitliche 194.
— homochrone 194.
— homotope 195.
— latente 184.
— progressive 191.
— sexuelle 187.
— unterbrochene 184.
— ununterbrochene 184.
— vereinfachte 190.
Vererbungsgesetze 182.
Vermenschlichung 17, 60.
Versteinerungen 50.
Vertebraten 505, 512.
Vervollkommnung 247, 253.
Vielheitliche Abstammungshypothese 372.
Vitalistische Weltanschauung 16, 67.
Vließhaarige Menschen 603, 626.
Vögel 512, 532.
Vorfahren des Menschen 578, 592.

Wagner (Moritz) 328.
Wagner (Andreas) 123.
Wallace (Alfred) 121.
Wallace's Chorologie 321, 332.
Wallace's Selectionstheorie 121.
Walthiere 544, 556.
Wanderungen der Menschenarten 618.
Wanderungen der Organismen 314.
Wechselbeziehung der Theile 216, 220.
Weichthiere 469, 474.
Weichwürmer 460, 463.
Wells' Selectionstheorie 184.
Willensfreiheit 100, 212, 654.
Wimperinfusorien 462.
Wirbellose 436, 505.
Wirbelthiere 500, 512.
Wissen 8, 628.
Wolff's Entwickelungstheorie 262.
Wollhaarige Menschen 603, 605.
Wunder 20.
Wurzelfüßer 377, 385.
Würmer 457, 460.

Zahl der Bevölkerung 626.
Zahnarme 544, 557.
Zellen 168.
Zellenbildung 307.
Zellenkern 168.
Zelleutheilung 169.
Zellentheorie 307.
Zellhaut 168.
Zellstoff 168.
Zeugung 164, 301.
Zoophyten 447, 452.
Züchtung, ästhetische 240.
— geschlechtliche 236.
— gleichfarbige 235.
— künstliche 136, 152, 227.
— medicinische 155.
— militärische 153.
— musikalische 238.
— natürliche 151, 225.
— psychische 240.
— sexuelle 236.
— spartanische 152.
Zweckmäßigkeit der Natur 17.
Zweckthätige Ursachen 31, 67.
Zweikeimblättrige 404, 431.
Zwitter 176.
Zwitterbildung 176.

SBN 613578

Druck von Fr. Frommann in Jena.


Erste
Mittell
12a
12c
n-Art:
assen:
apaner,
er.
Eskimos
Nördl
Pola
60°
Eskimos
Kelten
Bask
ean.
Nord-
Atlantischer
Ocean.
Nord-
Amerikaner
Berber
Central-Amerikaner.
Aequator
Guine
Marquesas-J.
Süd-
Amerikaner
Margarewa-J.
6. Oster J
d-Pacifischer Ocean.
Patagonier
Süd-
Atlantischer
Ocean.
ypothetische Skizze
hyletischen Ursprungs und der
g der 12 Menschen-Species von
urien aus über die Erde.
12.
Mittell
II.
Nubi

NAZIONALE
B. Prov.
BIBLIOTECA
VITT. EM. III
NAPOLI